

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique**



**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou  
Faculté du Génie de la Construction Département  
de Génie Civil**



**Mémoire de fin d'étude**

***En vue de l'obtention du Diplôme de Master académique en  
Hydraulique***

**Option : *Ouvrages Hydrauliques***

**Thème :**

***Etude de renforcement de l'alimentation en eau  
potable du village Ait Zellal, commune Souamaa***

***Soutenu le 30/03/2021 par:***

**- BELKACEM SALAH EDDINE  
- BELAIZA HAKIM**

***exposé devant le jury composé de :***

**President: Mr M.KHATTAOUI  
Encadreur: Mr A.AMOUR  
Examineur: Mr S.BOUHALI**

***Promotion : 2019/2020***

## *Remerciements*

Avant tout, nous Remercions le bon Dieu qui a illuminé notre chemin et qui nous a armés de force et de sagesse, ainsi que de bonne volonté pour achever ce modeste travail.

Ces quelques lignes ne vont jamais exprimer à sa juste valeur notre reconnaissance à l'égard de nos promoteurs monsieur F. AMOUR et monsieur S. BOUHALI pour leur aide qu'ils nous ont offert durant la période de réalisation de ce travail et encore plus leurs confiances et leurs encouragements.

On adresse aussi nos remerciements à : Mr KHATTAOUI, qui a accordé un peu de son temps pour discuter et nous aider à trouver des solutions pour avancer.

Toute la gratitude à nos professeurs et enseignants qui nous ont guidés au cours de la formation universitaire et nos respects aux membres de jury qui nous feront l'honneur d'apprécier ce travail.

On profite de l'occasion pour remercier tous nos enseignants dès la première année primaire jusqu'à la cinquième année universitaire. Nos derniers remerciements, mais non le moindre s'adressent à toutes nos amis pour avoir eu beaucoup de sollicitudes et de chaleur humaine dont nous avons tant besoin.

## *Dédicaces*

À chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pensée pour se rappeler de ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans qu'on leur demande, soutenus sans réserve, aimés sans compter, ces personnes qui en cru en nous et que grâce à qui notre bonheur et joie reviennent de droit, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur. Que le tout puissant nous garde ces personnes très chères à nos cœurs. On dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

Nos très chers parents à qui on doit beaucoup pour leurs sacrifices, leur amour, leur aide et leur soutien, Sans vous je n'arriverai jamais à ce que je suis aujourd'hui

Nos frères et nos sœurs qu'on aime beaucoup, dieu vous garde pour nous inchallah

Nos amis qui nous ont soutenus dans notre parcours

# Liste des Abréviations

- $\alpha$  : Taux d'accroissement de la population (%);
- AEP** : alimentation en eau potable ;
- A.P.C** : Assemblée Populaire Communale
- ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydriques.
- P.D.A.U** : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
- n** : nombre d'années séparent l'année de référence de l'horizon voulu ;
- Pn** : population à l'horizon d'étude ;
- P0** : population de l'année actuelle ou de référence ;
- Qmoyj** : consommation moyenne journalière (m<sup>3</sup> /j) ;
- D** : Dotation journalière (l/j/hab.) ;
- N** : Nombre de consommateurs. (Hab.) ;
- Qmoyj** : Consommation moyenne journalière (m<sup>3</sup>/j) ;
- Kmaxj** : Coefficient d'irrégularité journalière maximum ;
- Qmoyh** : Débit moyen horaire (m<sup>3</sup>/h) ;
- Qmaxj** : Débit maximal journalier (m<sup>3</sup>/j)
- Kmax h** : Coefficient d'irrégularité horaire maximum ;
- $\alpha_{max}$** : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail ;
- Bmax** : coefficient dépend du nombre d'habitants ;
- $\alpha_{min}$**  : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail ;
- $\beta_{min}$**  : coefficient dépend du nombre d'habitants ;
- Qmax.h** : Le débit horaire (l/h) ;
- Qmax j** : débit maximal journalier l/h) ;
- Vr** : Volume maximal de stockage pour la consommation (m<sup>3</sup>) ;
- P(%)** : résidu maximal dans le réservoir (%) ;
- Vt** : volume total du réservoir (m<sup>3</sup>) ;

**D** : diamètre (m) ;

**V** : volume (m<sup>3</sup>) ;

**H** : hauteur (m) ;

**S** : surface (m<sup>2</sup>) ;

**Dr** : Diamètre du réservoir (m);

**Vr projeté** : Volume normalisé de réservoir projeté (m<sup>3</sup>);

**H** : C'est la hauteur de l'eau dans le réservoir ;

**L** : Longueur de la conduite (m) ;

**V** : Vitesse (m/s) ;

**g** : Accélération de la pesanteur ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) ;

**$\rho$**  : Masse volumique de l'eau.

**PN** : pression de service de la conduite (barre)

**DN** : diamètre normalisé (mm) ;

**$\epsilon_0$**  : Rugosité à l'état neuf. ( $\epsilon_0 = 10^{-4} \text{ m}$  pour l'acier) ;

**$\epsilon$**  : Rugosité de service ;

**$\alpha$**  : Coefficient de vieillissement ;  $\alpha = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m/ans}$  ;

**$\nu$**  : Viscosité cinématique de l'eau.

**$\mu$**  : viscosité dynamique.

**$\lambda$**  : Coefficient de frottement linéaire exprimé par la formule de COLLEBROOK ;

**K** : Rugosité absolue des tuyaux neufs ;

**Re** : Nombre de Reynolds ;

**JL** : Pertes de charge linéaires (m) ;

**JS** : Pertes de charge singulières (m) ;

**JT** : Pertes de charge totales (m) ;

**HMT** : Hauteur manométrique (m) ;

**Hg** : Hauteur géométrique qui correspond à la différence de niveau(m) ;

**P** : Puissance absorbée par la pompe (KW) ;

**$\eta$**  : rendement de la pompe ;

**E** : énergie consommée par la pompe (kWh) ;

**t** : nombre d'heures de pompage (h) ;

**Puc** : prix par mètre linéaire de la conduite, compte tenu de la pause, fourniture et terrassement (DA) ;

**A** : coefficient d'annuité ;

**i** : taux d'annuité (égale à 8 %) ;

**é** : Prix unitaire du kWh, fixé par la SONELGAZ (4,67DA)

**n** : nombre d'années d'amortissement.

**Famor** : Les frais d'amortissement(DA) ;

**Puc** : prix par mètre linéaire de la conduite, compte tenu de la pause, fourniture et terrassement (DA) ;

**Fexp** : Les frais d'exploitation (DA) ;

**BL** : Le bilan (DA) ;

**CR** : Cote radié ;

**CTP** : Cote trop plein ;

**NGA** : Nivellement générale Algérien.

**Ja** : Pertes de charge à l'aspiration en (m) ;

**Pa** : Puissance absorbée par la pompe en (KW)

**N** : la vitesse de rotation ;

**N'** : Nouvelle La vitesse de rotation ;

**NPSHd** : charge nette disponible à l'aspiration de la pompe ;

**NPSHr** : charge nette requise à l'aspiration de la pompe ;

**Qpt** : débit de pointe (l/s) ;

**Qsp** : débits spécifiques (l/s) ;

**Qrti** : débits en route (l/s) ;

**Qni** : débit au noeud (l/s) ;

**Qci** : Le débit concentré au nœud i ;

**Qrji** : Le débit en route de la conduite j raccordé au nœud i (l/s) ;

**Qcc** : Débit concentré (l/s)

**Lt** : la longueur totale des conduites

**Ltu** : la longueur totale utile pour le dimensionnement

**L**: Longueur du tronçon (m) ;

$\Sigma L_i$  : somme des Longueurs des tronçons du réseau (m) ;

**a**: la célérité de l'onde (m/s) ;

**K** : Coefficient dépendant de la nature de la conduite ;

**Dint** : Diamètre intérieur de la conduite (m) ;

**e** : Epaisseur de la conduite (m) ;

**B** : La valeur du coup de bélier (m) ;

**H0** : Pression absolue de la conduite ;

**Hsr** : La valeur maximale de la pression (surpression) ;

**Hd** : La valeur maximale de la pression (dépression) ;

## Liste des tableaux :

### Chapitre I : présentation de la région d'étude

Tableau (I.1): Recensement de la population.....	6
Tableau (I.2): Récapitulatif des équipements existants .....	7
Tableau (I.3): Récapitulatif de l'effectif scolaire .....	7
Tableau (I.4) : Activités économiques .....	8

### Chapitre II : diagnostique du système d'alimentation existant

Tableau (II.1): Récapitulatif des caractéristiques des forages .....	10
Tableau (II .2):Résultats de calculs de la production réelle pour l'année 2016 .....	11
Tableau (II .3):Inventaire des conduites d'adduction du village Ait Zellal .....	13
Tableau (II.4) : Inventaire des réservoirs de la chaine (A) de Mekla .....	20
Tableau (II.5) :Etat du réservoir surélevé, Belghozli .....	20
Tableau (II.6) : Etat du réservoir SR <sub>1</sub> Laazib Ait Zekhnin .....	22
Tableau (II.7) : Etat du réservoir SR <sub>2</sub> Ilmaten .....	23
Tableau (II.8) : Inventaire des conduites de distribution du village Ait Zellal .....	24

### Chapitre III : Estimation des besoins en eau

Tableau (III.1) : Estimation de la population pour différents horizons .....	25
Tableau (III.2) : Besoins domestiques pour divers horizons .....	27
Tableau (III.3) :Besoins scolaires .....	27
Tableau (III.4) :Besoins socioculturels .....	27
Tableau (III.5) : Besoin sanitaires .....	28
Tableau (III.6) : besoin économiques .....	28
Tableau (III.7) : Récapitulatif des besoins journaliers en eau du village d'Ait Zellal sans tenir compte des pertes .....	28
Tableau (III.8) : Récapitulatif des besoins journaliers en eau du village d'Ait Zellal tenant compte des pertes .....	29
Tableau (III.9) : débit maximale et minimale journalière .....	30

Tableau (III.10): $\beta_{\max}$ en fonction du nombre d'habitants .....	30
Tableau (III.11) : Débit max horaire .....	31
Tableau (III.12) : débit affecté à Ait Zellal .....	31
Tableau (III.13) : Valeurs du déficit en eau à long terme .....	31

#### **Chapitre IV: les réservoirs**

Tableau (IV.1) : détermination du volume de régularisation.....	38
---	----

#### **Chapitre V : étude de l'adduction**

Tableau (V-1): Calcul de JL de tronçon forages-Ait Zekhnin .....	55
Tableau (V-2): Calcul des frais d'exploitation .....	56
Tableau (V-3): Calcul des frais d'amortissement .....	56
Tableau (V-4): Calcul de bilan annuel .....	56
Tableau (V-5): Calcul de JL de tronçon SR1-SR2.....	57
Tableau (V-6): Calcul des frais d'exploitation SR1-SR2 .....	57
Tableau (V-7): Calcul des frais d'amortissement .....	57
Tableau (V-8): Calcul de bilan annuel .....	58
Tableau (V-9): Calcul de JL de tronçon SR2-RD .....	58
Tableau (V-10): Calcul des frais d'exploitation SR2-RD .....	59
Tableau (V-11): Calcul des frais d'amortissement .....	59
Tableau (V-12) : Calcul de bilan annuel .....	59

#### **Chapitre VI : Les pompes**

Tableau (VI.1) : Les points de la courbe caractéristique de la pompe AZ3.....	71
Tableau (VI.2) : Les points de la courbe caractéristique de la pompe AZ8.....	74
Tableau (VI.3) : Les points de la courbe caractéristique de la pompe SR1 .....	77
Tableau (VI.4) : Les points de la courbe caractéristique de la pompe SR2 .....	81

## **Chapitre VII : Protection des conduites**

Tableau (VII.7) : Calcul des valeurs du coup de bélier pour les conduites de refoulement..... 93

## **Chapitre VIII : distribution**

Tableau (VIII.4): les longueurs des sous réseaux de la zone haute.....	105
Tableau (VIII.2) : le débit spécifique et de route pour les quatre secteurs de la zone haute.....	105
Tableau (VIII.3): les longueurs des sous réseaux de la zone basse.....	106
Tableau (VIII.4): détermination des débits en nœuds secteur 1 .....	108
Tableau (VIII.5): détermination des débits en nœuds secteur 2.....	109
Tableau (VIII.6): détermination des débits en nœuds secteur 3.....	110
Tableau (VIII.7): détermination des débits en nœuds secteur 4.....	112
Tableau (VIII.8): détermination des débits en nœuds secteur A.....	113
Tableau (VIII.9): détermination des débits en nœuds secteur B .....	114
Tableau (VIII.10): détermination des débits en nœuds secteur C .....	115
Tableau (VIII.11) :Linéaire des conduites inutiles.....	116
Tableau (VIII.12) :Caractéristiques des conduites inutiles .....	116
Tableau (VIII.13) :Caractéristiques des conduites alimentant les brises-charges.....	116
Tableau (VIII.14) :Diamètres intérieurs des conduites PEHD PN16.....	118
Tableau (VIII.15) :Etat des conduites de la partie haute.....	119
Tableau (VIII.16) :Etat des nœuds de la partie haute.....	120
Tableau (VIII.17) :Etat des conduites de la partie basse.....	122
Tableau (VIII.18) : Etat des nœuds de la partie basse.....	123

## Listes des figures

### Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins en eau

Figure (I.1) : situation géographique du village Ait Zellal .....	3
Figure (I.2) : Photographie aérienne du village Ait Zellal .....	4
Figure (I.3) : Situation topographique du village Ait zellal .....	4
Figure (I.4) : Extrait de la carte pluviométrique au 1/500000 de l'Algérie du Nord (ANRH, moyenne 1972-2004).....	5

### Chapitre II : Diagnostic du système d'alimentation existant

Figures (II .3): Etat général du forage AZ2.....	13
Figures (II .4): Etat général du forage AZ7.....	14
Figures (II .5): Etat général du forage AZ7.....	14
Figures (II .6): Etat général du forage AZ8.....	14
Figure (II .7): Station de reprise Tassifth Ait Khellili SR <sub>1</sub> .....	15
Figure (II .8): Station de pompage Tassifth Ait Khellili SP <sub>1</sub> .....	16
Figure (II .9):Chambre des vannes de la bache 1000m <sup>3</sup> SR <sub>1</sub> .....	17
Figure (II .10): Station de reprise Ilmatene (Ait Zellal) SRI.....	18
Figure (II .11):Station de pompage Ilmatene (Ait Zellal) SRI.....	18
Figure (II .12) :Chambre des vannes de la bache Ait Zellal 500m <sup>3</sup> (SR <sub>2</sub> .....	19
Figure (II .13):Etat général du site de la station de reprise (SR <sub>2</sub> .....	19
Figure (II .14):Réservoir Belghozli 200m <sup>3</sup> .....	21
Figure (II .15):Chambres des vannes du réservoir Belghozli 200m <sup>3</sup> .....	21

### Chapitre III : Estimation des besoins en eau

Figure (III.1) : diagramme de l'évolution de la population .....	26
--	----

### Chapitre IV : Les réservoirs

Figure (IV.1) :Schéma de fonctionnement d'un réservoir .....	34
--	----

Figure (IV.02) : Départ de conduite de distribution.....	36
Figure (IV.03): trop-plein et vidange d'une réserve d'incendie.....	36
Figure (IV.04) : By-pass.....	36
Figure (IV.05): Matérialisation .....	37
Figure (IV.06): Caractéristiques de réservoir projeté .....	40

## **Chapitre V : Etude de l'adduction**

Figure (V.1) : Corrosion des conduites en font.....	44
Figure (V.2) : Les tuyaux en PEHD.....	46
Figure (V.3) : Vanne opercule .....	47
Figure (V.4) :Vanne papillon .....	47
Figure (V.5):Ventouses.....	48
Figure (V.6) :Crépines .....	49

## **Chapitre VI : Choix de pompe les pompes**

Figure (VI.1) : Schéma et les composants d'une pompe centrifuge .....	61
Figure (VI.2) : Schéma d'un dispositif de pompage .....	63
Figure (VI.3) : Recherche de la réalisation du point de fonctionnement désiré .....	66
Figure (VI.4): photo illustrant le phénomène de cavitation sur des aubes d'une pompe centrifuge.....	67
Figure (VI.5): Courbe des NPSH .....	68
Figure (VI.6) : Courbes caractéristiques de la pompe AZ3 .....	69
Figure (VI.7) : La caractéristique du point de fonctionnement pour la pompeAZ3 .....	71
Figure (VI.8) :Courbes caractéristiques de la pompe AZ8 .....	72
Figure (VI. 9) : La caractéristique du point de fonctionnement pour la pompe AZ8 .....	74
Figure (VI.10) : Courbes caractéristiques de la pompe SR1 .....	76
Figure (IV. 11) : La caractéristique du point de fonctionnement pour la pompe SR1.....	77
Figure (VI.12) : Courbes caractéristiques de la pompe SR2.....	79
Figure (IV. 13) : La caractéristique du point de fonctionnement pour la pompe SR2.....	81

## **Chapitre VII :Protection des conduites**

Figure (VII.1) : Contraction de la conduite (phase 1 du phénomène .....	84
Figure (VII.2) : Ecoulement en sens inverse (phase 2 du phénomène.....	84
Figure (VII.3) : Distension de la conduite (phase 3 du phénomène .....	85
Figure (VII.4) : Retour aux conditions initiales, (phase 4 du phénomène .....	85
Figure (VII.5) :volants d'inertie .....	87
Figure (VII.6) soupapes de décharge .....	88
Figure (VII.7) ::Principe de fonctionnement d'un réservoir d'air.....	89
Figure (VII.8) : cheminée d'équilibre .....	90
Figure (VII.9) : Les valeurs de la surpression et de dépression dans les conduites gravitaires et de refoulement.....	93

## **Chapitre VIII : Distribution**

Figure (VIII.1) : schéma synoptique du réseau d'alimentation en eau potable du village Ath Zellal.....	99
Figure (VIII.2) : Schéma représentatif du réseau de distribution (zone haute .....	100
Figure (VIII. 3): Schéma représentatif du réseau de distribution (zone basse.....	102
Figure (VIII.4):Etat des nœuds et des conduites de la partie haute.....	121
Figure (VIII.5): Etat des nœuds et des conduites de la partie basse.....	123

De sa conception à la réalisation de ses activités comme l'industrie ou l'agriculture, l'homme a besoin de l'eau. Elle est une ressource si vitale qu'elle semble banale, mais sans elle, l'homme disparaîtrait.

De ce point, l'eau prend une autre importance plus que les besoins de l'être humain et devient de plus en plus une richesse menacée à cause de la mauvaise gestion de cette richesse, surtout au niveau des réseaux d'alimentation en eau potable la ou des grandes quantités sont perdues dans ce dernier ou par les consommateurs.

Devant de telles situations, les pouvoirs publics en ALGERIE sont préoccupés de résoudre l'épineuse équation entre les ressources et la satisfaction des besoins en eau de la population, de l'industrie et de l'irrigation.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le thème de notre mémoire de fin d'études, intitulé renforcement de l'alimentation en eau potable du village AIT ZELLAL, de la commune SOUAMAA.

Nous débuterons notre travail par une présentation de la zone d'étude, ensuite nous passerons au deuxième chapitre qui constitue un diagnostic physique du réseau d'AEP de cette commun. Dans le troisième chapitre, nous procéderons à l'estimation des différents besoins en eau en tenant compte bien sûr de l'évolution de la population jusqu'à l'horizon 2050.

Au cours du quatrième chapitre nous aurons à dimensionner le réservoir de distribution et comparer sa capacité avec celle du réservoir existant et de projeter si nécessaire d'autres réservoirs pour satisfaire les besoins de la population. Puis le cinquième chapitre sera consacré au dimensionnement des conduites d'adduction, l'acheminement de l'eau du point de captage (forages) et du point de picage (transfert Barrage Taksabt-Fréha) vers les réservoirs se fera par l'intermédiaire des pompes qui devront répondre aux exigences du projet. Le choix de ces dernières, sera le but du sixième chapitre.

En ce qui concerne le septième chapitre nous allons étudier le phénomène de coup de bélier et proposer des moyens de protection si nécessaire afin de minimiser tous risques d'endommagement et de perturbation du réseau.

En fin, dans le dernier chapitre nous dimensionnerons le réseau de distribution du village d'AIT ZELLAL et nous terminerons notre étude par une conclusion générale.

**I.1 -Introduction**

Pour les besoins de notre projet d'alimentation en eau potable de la commune d'Ait Zellal, entre dans le cadre du plan communal de développement de l'APC de SOUAMA. Nous présentons, dans ce premier chapitre, l'état des lieux de la région ; à savoir la situation administrative topographique, hydrologique, climatique, géotechnique, la situation hydraulique actuelle, et enfin situation socio-économique

**I.2-Situation administrative**

Le village d'Ait Zellal est situé au nord du chef-lieu de la commune de Souama (43 km à l'Est du chef-lieu de la wilaya de Tizi Ouzou). Il est limité :

Au Nord par la commune d'Azazga.

Au Sud par le chef-lieu de la commune de Souama.

L'Est par la commune d'Ifgha.

L'Ouest par la commune d'Ait Khellili.



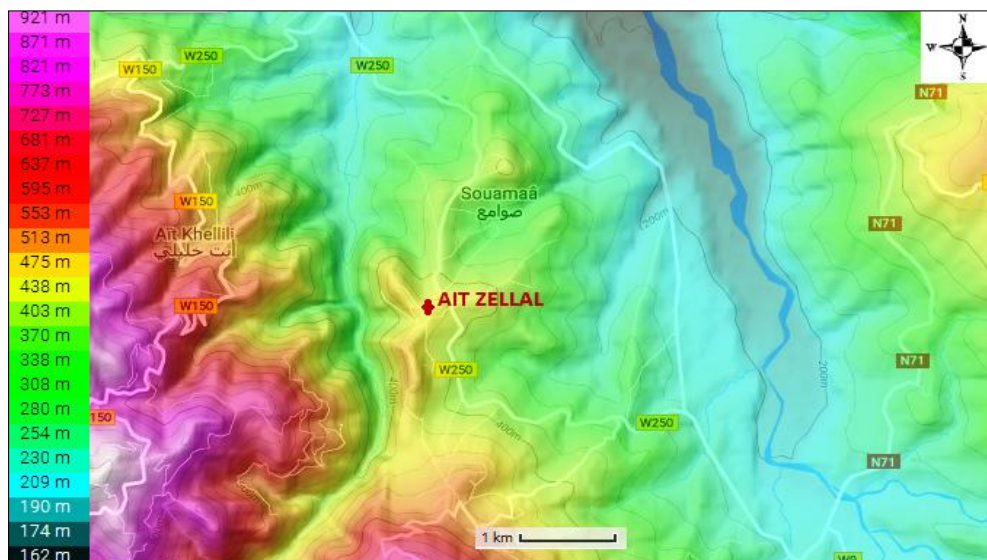
**Figure (I.1) :** situation géographique du village Ait Zellal



**Figure (I.2) :** Photographie aérienne du village Ait Zellal

### **I.3- Situation topographique**

La zone d'étude est caractérisée par des pentes faibles. L'analyse de la carte des pentes réalisée à l'échelle de 1/50000 démontre que la majorité du territoire est occupée par de faible pente allant de 0% à 12% [1].



**Figure (I.3) :** Situation topographique du village Ait zellal

### **I.4-Situation hydrologique**

Le réseau hydrographique du village Ait Zellal est nettement présent sous forme de cours d'eau qui entaillent le relief pour rejoindre l'Oued Sebaou, à la limite Nord. Ces cours d'eau constituent les limites naturelles de la commune Souama et les plus importants sont : Oued Sebaou : longe le village à la limite Est et Nord sur une longueur de 14.15 Km. Tassifth Ait Khellili : s'étend le long du village à la limite Ouest sur une longueur de 10.20Km et qui déverse sur l'Oued Sebaou.

Notons que la vallée dispose de 02 Retenues collinaires.

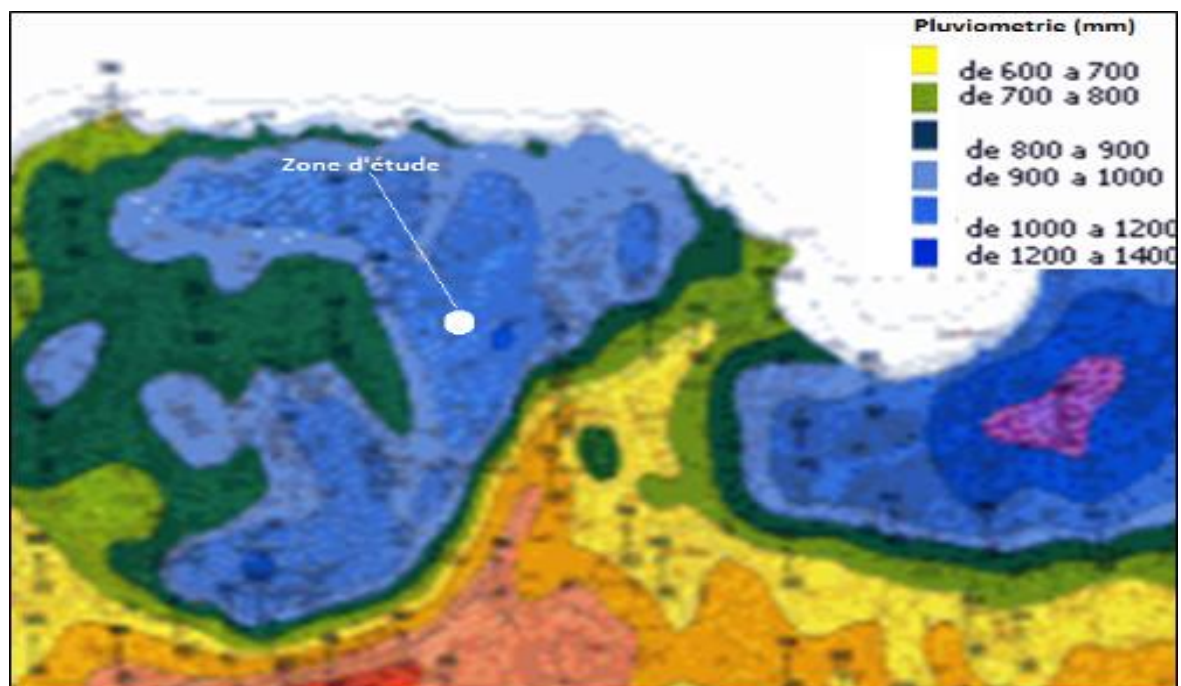
### **I.5-Situation climatique de la zone d'étude**

Le climat de la zone d'étude est méditerranéen et subhumide, qui se caractérise par :

\*Des hivers froids, humides et des températures moyennes de 5°C ;

\*Des étés chauds, secs et des températures moyennes 35°C ;

Deux saisons relativement équilibrées (Printemps et Automne) [1].



**Figure (I.4) :** Extrait de la carte pluviométrique au 1/500000 de l'Algérie du Nord (ANRH, moyenne 1972-2004)

### **I.6-Situation hydraulique actuelle**

Les villageois d'Ait Zellal sont alimentés en matière d'eau potable à partir d'un réservoir surélevé de tête de 200m<sup>3</sup> de capacité. Ce dernier est alimenté à partir de la station de reprise située à Laazib Ait Zakhnin.

L'alimentation de cette dernière est assurée du champ de captage de Tassifth Ait Khellili (6 forages dont 2 en fonctionnement) ainsi du transfert du barrage Taksebt.

## **I.7-Situation socio-économique**

### **I.7.1-Données démographiques**

En ce qui concerne la zone d'étude, notre estimation est faite sur la base des résultats du dernier Recensement Global de la Population et de l'Habitat (RGPH 2008). La population du village Ait Zellal est estimée au dernier RGPH (2008) à 3798 habitants [1].

<b>VILLAGE</b>	<b>POPULATION ANNEE 2008</b>	
<b>AIT ZELLAL</b>	3798	
	<b>MASCULIN</b>	<b>FEMININ</b>
	1859	1939
<b>NOMBRE DE MENAGES</b>	627	

**Tableau (I.1):** Recensement de la population

### **I.7.2-Infrastructures existantes :**

#### **I.7.2.1-Inventaire des équipements**

Les équipements existants sont présentés en annexe (Ces informations ont été collectées auprès des autorités locales de la commune et du rapport de révision du PDAU de la commune de Souama).

<b>EQUIPEMENTS</b>	<b>DENOMINATION</b>
02 Mosquées	Djamaa Thissarfine, Chikh M'hand Ghomrasse
04 Mausolées	Sidi El Melfaque, Sidi Mansour, Machdhouf, Chikh Amokrane
01 Zaouia	Chikh Amokrane
01 Stèle	/
01 Foyer de jeunes	/
01 Place du village	Tajmaât
03 Fontaines	Thala Guelmathane, Abassane Guelmathane, Thala Tadarth

08 Cimetières	/
01 Salle de soins	/
01 Antenne de poste	/
01 Antenne d'APC	/

**Tableau (I.2):** Récapitulatif des équipements existants**I.7.2-Secteur scolaire**

La zone d'étude compte deux écoles primaires et un CEM pour un effectif total de 590 élèves

<b>ETABLISSEMENT</b>	<b>EFFECTIF</b>	<b>LOCALISATION</b>
Ecole primaire AZ 1	<b>212</b>	AIT ZELLAL
Ecole primaire AZ 2	<b>148</b>	AIT ZELLAL
CEM BASE 5	<b>230</b>	AIT ZELLAL

**Tableau (I.3):** Récapitulatif de l'effectif scolaire**I.7.3-Activités économiques**

<b>ACTIVITES ECONOMIQUES</b>	<b>TYPE</b>
01 Alimentation générale	Commerce
03 Cafés	Commerce
01 Garage mécanique	Commerce
01 Boucherie	Commerce
02 Quincailleries	Commerce
05 Salons de coiffure	Commerce
01 Couture	Commerce
01 Salle de jeux	Commerce
04 Librairies/ parfumeries	Commerce
01 Vétérinaire	Commerce
04 Pizzerias	Commerce
01 Boulangerie	Commerce
01 Parc de vente de matériaux de construction	Commerce

01 Chambre froide (Mekla froid)	
04 Menuiseries	Commerce
03 Serrureries/Ferronneries	
04 Huileries	PME
	PME
	Agricole

**Tableau (I.4) : Activités économiques**

### **I.8-Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons décrit brièvement notre zone d'étude du point de vue topographique, climatique, hydrologique, hydraulique et socio-économique. Cela nous a permis de collecter les données qui nous sont nécessaires et qui vont nous servir de base pour l'élaboration de notre étude de renforcement en eau potable du village Ait Zellal.

Ce pendant la situation du village sus-cité en matière ressources en eaux et infrastructures hydrauliques existants sera abordée dans le chapitre suivant.

### **II.1-Introduction**

Lorsque des difficultés de gestion, de fonctionnement ou des problèmes de qualité ou de quantité d'eau se posent à une collectivité en charge de l'alimentation en eau potable, il est fortement conseillé d'engager une étude couramment appelée « Diagnostic ».

Le diagnostic a pour objectif de déceler les insuffisances des installations électromécaniques,

du génie civil et relever les dysfonctionnements dans les réseaux d'AEP d'une agglomération.

C'est le but de ce chapitre qui comporte le diagnostic des :

- Ressources en eau ;
- Stations de reprise et ouvrages de stockage ;
- Conduites d'adduction ;
- Réseaux de distribution.

### **II.2-Diagnostic physique**

#### **II.2.1- La ressource**

La chaîne hydraulique de Souama est alimentée en eau potable à partir de la nappe souterraine du haut Sebaou au niveau des champs de captage de l'oued Tassifth Ait Khellili (06 forages dont 02 en fonctionnement). Vue la faible productivité des forages affectés à cette localité et du rabattement de la nappe phréatique, un renforcement de la ressource en eau potable à été réalisé à partir du transfert du barrage de Taksebt Freha Azazga et inévitable.

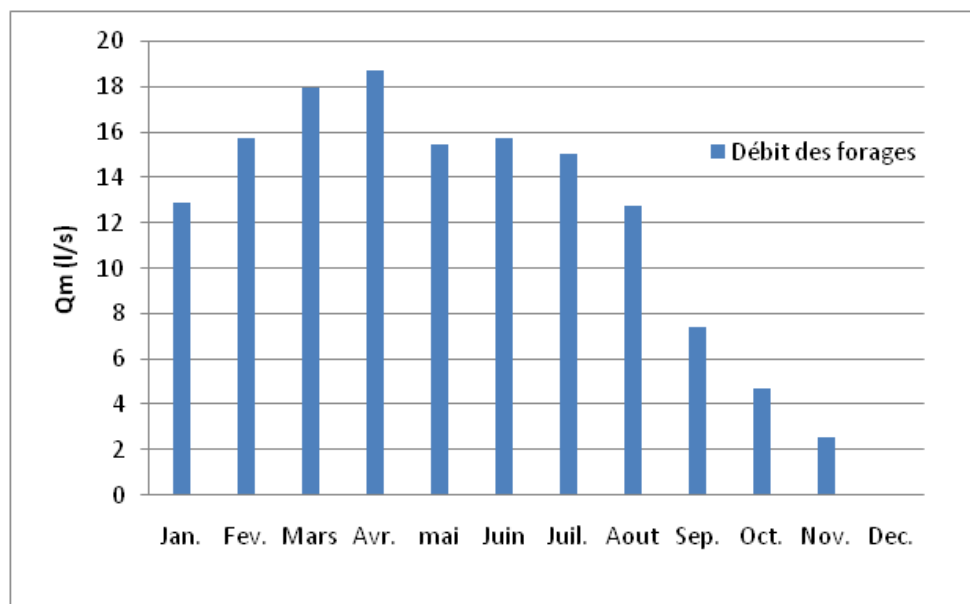
##### **II .2.1.1- Les eaux souterraines**

L'analyse des données d'exploitation des forages et les visites des ouvrages ont montré que seulement deux (02) forages sont en service sur les six (06) affectés à l'approvisionnement en eau potable des deux chaînes Ait Khellili et Souama. Ces quatre (04) forages sont désaffectés et présentent un état général dégradé.

LOCALISATION	NOM	COORDONNEES (M)			DEBIT THEORIQUE D'EXP. (M <sup>3</sup> /j)	HMT (M)	ETAT DE SERVICE
		X	Y	Z			
Tassifth Ait Khellili	AZ2	645755.610	378265.736	203	864	/	hors service
	AZ3	645747.018	378678.008	190	864		en service
	AZ5	/	/	/	864	/	démolis
	AZ6	/	/	/	864	/	démolis
	AZ7	645362.260	380124.748	167	432	/	hors service
	AZ8	645761.444	378883.958	190	840	/	en service

**Tableau(II.1) :** Récapitulatif des caractéristiques des forages

Les débits des forages en service montrent une variation saisonnière très importante. Avec un débit maximal moyen du mois d'avril de l'an 2016 estimé à 18,75 l/s et un minimum ne dépassant pas les 2,59 l/s enregistré durant le mois de Novembre de la même année (voir figure suivante). La sécurisation de l'approvisionnement en eau potable de la population locale oblige la mobilisation d'autres ressources en eau. Pour ce faire, un débit complémentaire à partir du barrage de Taksebt a été attribué à la commune de Souama.

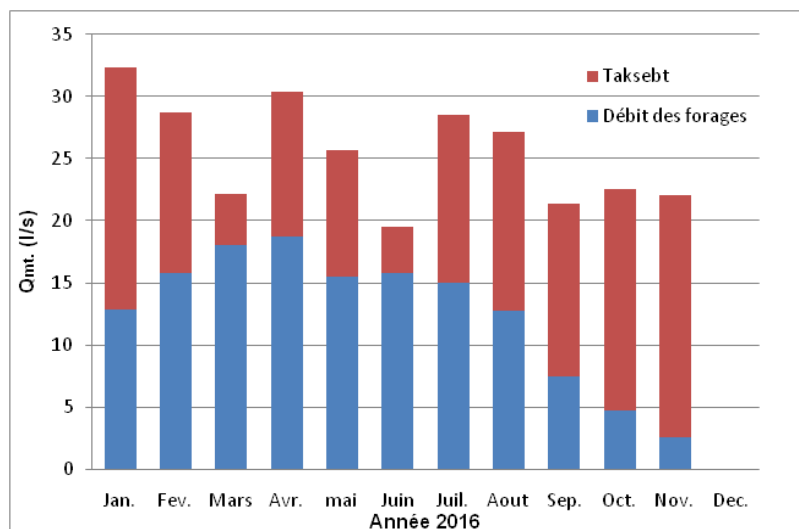


**Figure (II.1):** Evolution annuelle du débit moyen (Q<sub>m</sub>) en (l/s) de la ressource hydrique souterraine (Année 2016)

### II .2.1.2-Les eaux de surface

Vue le faible débit des forages affectés à la commune de Souama, un volume additionnel à partir des eaux du barrage de Taksebt est transféré vers la dite commune pour

compenser le déficit en eau de la ressource mobilisée. Le renforcement est réalisé depuis la station de reprise Chaoufa avec une conduite DN200-Fonte.



**Figure (II.2):** Evolution mensuelle du débit moyen (Q<sub>mt</sub>) en (l/s) de la ressource hydrique totale mobilisée (Année 2016)

**II.2.1.2.1- Evaluation des ressources mobilisées :**

L'évaluation de la ressource se fait sur la base des informations fournies par la subdivision des services hydrauliques de la daïra de MEKLA et les services techniques de l'ADE relatives aux champs de captage et du barrage de Taksebt. Les données présentées dans le présent document concernent celles enregistrées durant l'année 2016, les données les plus récentes. Le tableau suivant est un récapitulatif des résultats de calculs de la production moyenne journalière, mensuelle et annuelle.

CHAMPS DE CAPTAGE	NOMS	Q <sub>EXPLOITE</sub>			TOTAL PRODUCTION (M <sup>3</sup> /AN)
		EN (L/S)	EN (M <sup>3</sup> /J)	EN (M <sup>3</sup> /AN)	
Tassifth Ait Khellili	AZ2	0,00	0,00	0,00	0,00
	AZ3	1,97	169,95	62203,26	62203,26
	AZ5	0,00	0,00	0,00	0,00
	AZ6	0,00	0,00	0,00	0,00
	AZ7	0,00	0,00	0,00	0,00
	AZ8	1,29	111,32	40741,34	40741,34
<b>BARRAGE TAKSEBT</b>		12,85	1110,35	406388,12	406388,12
<b>TOTAL PRODUCTION</b>		<b>16,11</b>	<b>1391,62</b>	<b>509332,72</b>	<b>509332,72</b>

**Tableau (II.2) :** Résultats de calculs de la production réelle pour l'année 2016

## **Chapitre II : Diagnostic du système d'alimentation existant**

La production moyenne journalière du champ de captage est de 917,32 m<sup>3</sup>/j. Le volume complémentaire moyen journalier durant l'année 2016 via le barrage de Taksebt est de 1110,35 m<sup>3</sup>/j. Ainsi, le débit moyen journalier mobilisé est estimé à 2027,35 m<sup>3</sup>/j. La production annuelle pour l'année 2016 est de 742126,73m<sup>3</sup>/an. Soit un débit moyen estimé à 23,47 l/s.

### **II.2 .2-Réseau d'adduction**

Le système d'adduction eau potable du village Ait Zellal fait partie de la chaîne AEP de la commune de Souama. Il est alimenté par six forages dont deux (02) seulement sont en service (AZ3, AZ8), implantés au niveau de oued Tassifth Ait Khellili (C.T.N = 190m) avec un débit théorique estimé à 10 l/s et une hauteur manométrique totale égal à 120m. Les forages refoulent vers un collecteur de diamètre nominal 250/300.

Ces forages sont équipées de pompes émergées qui refoulent vers le réservoir de stockage et de transit d'Ait Zekhnin d'une capacité de 1000m<sup>3</sup> situé sur une côte radier de  $Cr = 367m$ . Ce dernier alimente la station de reprise SR<sub>1</sub>.

La SR<sub>1</sub> est dotée de quatre groupes électropompes dont deux refoule vers la chaîne Ait Khellili et deux autre vers la chaîne Souama avec un débit de 93,6m<sup>3</sup>/h et une  $Hmt = 210m$ . Elle refoule vers un réservoir de stockage et de transit d'Ilmatene (Ait Zellal) de 500m<sup>3</sup> de capacité, implanté à une cote radier de 511m par l'intermédiaire d'une conduite en acier enrobé DN250 sur une longueur de 3698m. Ce dernier alimentent la SRI (Station de reprise intermédiaire), laquelle est équipée de six groupes électropompes dont quatre (3+1) refoulent vers la station de reprise Ait Hala et deux (1+1) autres qui refoulent vers le réservoir 200m<sup>3</sup>  $Cr = 583 m$  de Belghozli avec un débit de 26,3m<sup>3</sup>/h et une  $Hmt = 105m$  et ce par l'intermédiaire d'une conduite DN80-Acier.

La chaîne d'AEP Souama est raccordée au transfert Taksebt Azazga Fréha par l'intermédiaire de la station de reprise Chaoufa moyennant une conduite en fonte ductile de DN200 vers la SR<sub>1</sub> Laazib Ait Zekhnin.

## **Chapitre II : Diagnostic du système d'alimentation existant**

<b>TYPE DE CONDUITE</b>	<b>TRACE</b>	<b>LONGUEUR (m)</b>	<b>DIAMETRE (mm)</b>	<b>MATERIAUX</b>	<b>OBSERVATION</b>
Adduction	Champs captant Tassifth Ait Khalil - SR <sub>1</sub>	1 800	300	Acier enrobé	Refoulement
		451	250		
Adduction	SR <sub>1</sub> -SRI	3 698	250	Acier enrobé	Refoulement
Adduction	SRI-Réservoir 200 m <sup>3</sup> Belghozli	313	80	Acier enrobé	Refoulement

**Tableau (II .3) :** Inventaire des conduites d'adduction du village Ait Zellal

### **II.2.3-Ouvrages composants le système**

#### **II.2.3.1- Les forages**

Comme il a été cité précédemment, sur les six (06) forages affectés à la zone d'étude, seulement deux (02) sont en service.

##### **II.2.3.1.1- les forages désaffectés**

En raison de l'état de dégradation du champ captant de Tassifth Ait Khellili causé par rabattement de la nappe, quatre (04) forages affectés à la zone d'étude sont désaffectés et vandalisés (voir Photographies 1, et 2). Les forages en question sont : AZ2, AZ5, AZ6, et AZ7.



**Figures (II .3) :** Etat général du forage AZ2

## **Chapitre II : Diagnostic du système d'alimentation existant**



**Figures (II .4) : Etat général du forage AZ7**

### **II.2.3.1.2- Forages en service**

Actuellement, la zone d'étude dispose de deux (02) forages en service, forage AZ3 et AZ8 (Voir Photographies 3 et 4)



**Figures (II .5):Etat général du forage AZ7**



**Figures (II .6) : Etat général du forage AZ8**

## **Chapitre II : Diagnostic du système d'alimentation existant**

- **Anomalies**

- présentent quelques dégradations sur le génie civil de l'abri (béton et maçonnerie),
- Des fuites sont constatées sur les joints et les pièces hydromécaniques du forage AZ3
- Le clapet installé sur la conduite du forage AZ3 est dégradé

- **Recommandations**

- Construction d'une clôture qui offre plus de sécurité ;
- Réparations des fuites
- Remplacement du clapet installé sur la conduite du forage AZ3
- Des travaux d'entretien et du nettoyage des sites des ouvrages sont à prévoir

### **II.2.3.2- Station de reprise Tassifth Ait Khellili SR<sub>1</sub>:**



**Figure (II .7):** Station de reprise Tassifth Ait Khellili SR<sub>1</sub>

### II.2.3.2.1- Station de pompage SP1



**Figure (II .8):** Station de pompage Tassifth Ait Khellili SP<sub>1</sub>

Cette station est localisée au niveau de Laazib Ait Zekhnin (Ait Zellal). L'accès au site se fait par la le chemin wilaya CW250 menant de Souama vers Mekla.

Le site de la station est délimité par un mur de clôture en parpaing.

Elle comprend les éléments suivants :

- (1+1) groupes électropompe : qui refoule l'eau vers la SRI Ilmatene
- (1+1) groupes électropompe : qui refoule l'eau vers la commune Ait khellili,
- Un collecteur d'aspiration en acier DN300,
- Deux collecteurs de refoulement en acier DN250,

#### II.2.3.2.1- Bâche (SR<sub>1</sub>)

La station de reprise SR<sub>1</sub> est composée d'une bâche d'un volume de 1000m<sup>3</sup>, implantée à la côte 367m (G.P.S) qui recueille les eaux depuis les Champs captant d'Oued Tassifth Ait Khellil, ainsi que du transfert du barrage Taksebt.



**Figure (II.9) :** Chambre des vannes de la bête 1000m<sup>3</sup> SR<sub>1</sub>

- **Anomalies**

- Le site est envahi par des végétations sauvages, ce qui augmente le risque d'incendie.
- Des fuites ont été observées au niveau des conduites et de leurs accessoires au niveau de la chambre des vannes de la bête.

- **Recommandations**

- Nettoyer l'intérieur du site et les alentours des végétations sauvages et prévoir des travaux d'aménagement (espace vert),
- Réhabiliter les équipements de la chambre des vannes,
- Des travaux d'entretien ordinaires sont également à prévoir (peinture, nettoyage, ...).

**II.2.3.3-Station de reprise Ilmatene (Ait Zellal) SRI:**



**Figure (II .10):** Station de reprise Ilmatene (Ait Zellal) SRI

**II.2.3.3.1- Station de pompage SPI**



**Figure (II.11):** Station de pompage Ilmatene (Ait Zellal) SRI

Cette station est localisée au niveau d'Ilmatene village Ait Zellal. Le site est accessible par une piste agricole (accessibilité difficile).

Le site de la station est délimité par un mur de clôture en parpaing.

Elle comprend les éléments suivants :

- Une bâche de 500m<sup>3</sup>.

## **Chapitre II : Diagnostic du système d'alimentation existant**

- (1+1) groupes électropompe : qui refoule l'eau vers le réservoir 200m<sup>3</sup> Belghozli
- (3+1) groupes électropompe : qui refoulent l'eau vers le réservoir 1000m<sup>3</sup> Ait Hala
- Deux collecteurs de refoulement :
  - \*DN80 en acier vers réservoir surélevé 200m<sup>3</sup> Belghozli
  - \*DN250 en acier vers réservoir 1000m<sup>3</sup> Ait Hala.
- collecteur d'aspiration DN300 en acier.

### **II.2.3.3.2- Bâche Imatene (SRI)**

La station de reprise SRI est dotée d'une bâche de 500m<sup>3</sup> implantée à la côte 520m (GPS) qui recueille les eaux venant de la SR1.



**Figure (II.12):** Chambre des vannes de la bâche Ait Zellal 500m<sup>3</sup> (SR<sub>2</sub>)



**Figure (II.13):** Etat général du site de la station de reprise (SR<sub>2</sub>)

## Chapitre II : Diagnostic du système d'alimentation existant

- **Anomalies**

- Le site est envahi par des végétations sauvages, ce qui
- augmente le risque d'incendies.
- Manque d'éclairage intérieur et extérieur
- Manque d'entretien (peinture, nettoyage .....

- **Recommandations**

- Nettoyer l'intérieur du site et les alentours des végétations sauvages et prévoir des travaux d'aménagement
- Des travaux d'entretien ordinaires sont également à prévoir (peinture, nettoyage, ...).
- Réhabilitation de la piste menant vers le site de la station,
- Mettre en place un éclairage intérieur et extérieur.

### II.2.3.4- les réservoirs

Le système d'alimentation en eau du village Ait Zellal est composé de 3 réservoirs

LOCALISATION	CAPACITE (M <sup>3</sup> )	TYPE	COTE RADIER
Laazib Ait Zekhnin	1000	Adduction Distribution	372
Ait Zellal	500	Adduction	520
Belghozli	200	Distribution	583

**Tableau (II.4) :** Inventaire des réservoirs de la chaîne (A) de Mekla.

#### II.2.3.4.1- Réservoir 200 m<sup>3</sup> Belghouzli

Ce réservoir surélevé a une capacité de 200m<sup>3</sup>, implanté à la côte 583m (GPS), il alimente par gravité les villages Belghozli et Ait Zellal.

<b>Site de l'ouvrage</b>	Village Belghozli
<b>Alimentation du réservoir</b>	Station de reprise Ilmatene (SR <sub>2</sub> ) DN80-Acier
<b>Noms du réservoir desservis</b>	Aucun
<b>Noms des localités desservies</b>	Ait Zellal, Belghozli
<b>Etat du génie civil</b>	mauvais
<b>OBSERVATIONS DIVERSES</b>	Des fuites ont été constatées sur les accessoires des conduites au niveau de la chambre des vannes. Des fissurations ont été observées sur l'ouvrage

**Tableau (II.5) :** Etat du réservoir surélevé, Belghozli.



**Figure (II.14) :** Réservoir Belghozli 200m<sup>3</sup>



**Figure (II.15) :** Chambres des vannes du réservoir Belghozli 200m<sup>3</sup>

- **Anomalies**

- Il n'existe pas d'éclairage au niveau de ce site, ce qui rend difficile les interventions nocturnes.

## **Chapitre II : Diagnostic du système d'alimentation existant**

- Le génie civil de l'ouvrage est en état de dégradation très avancé.
- Des fuites ont été observées au niveau des conduites et de leurs accessoires au niveau de la chambre des vannes.

### • **Recommandations**

- Nettoyer l'intérieur du site et les alentours des végétations sauvages et prévoir, des travaux d'aménagement,
- Réparer les fuites d'eaux signalées au niveau des chambres des vannes,
- Des travaux d'entretien ordinaires sont également à prévoir (peinture, nettoyage, ...),
- Réhabilitation du génie civil de l'ouvrage.
- Mettre en place un éclairage intérieur et extérieur.

### **II.2.3.4.2-Réservoir SR<sub>1</sub> Laazib Ait Zekhnin**

<b>Site de l'ouvrage</b>	Village Ait Zakhnin
<b>Alimentation du réservoir</b>	Forage du champ captant Tassifth Ait Khellili –DN300-Acier Adduction Barrage Taksebt DN200-Fonte
<b>Noms des localités desservies</b>	Laazib Ait Zekhnin ; Ait Dih, Zone éparsé Ait Dih
<b>Type</b>	Semi enterré
<b>Forme</b>	Circulaire
<b>Capacité</b>	1000m <sup>3</sup>
<b>Etat du génie civil</b>	mauvais
<b>OBSERVATIONS DIVERSES</b>	Des fuites ont été constatées sur les accessoires des conduites au niveau de la chambre des vannes.  La conduite de vidange du réservoir est cassée.

**Tableau (II.6) : Etat du réservoir SR<sub>1</sub> Laazib Ait Zekhnin**

### II.2.3.4.3-Réservoir SR<sub>2</sub> Ilmatene

<b>Site de l'ouvrage</b>	Ilmatene, Village Ait Zellal,
<b>Alimentation du réservoir</b>	Station de reprise Laazib Ait Zekhnin (SR <sub>1</sub> ) DN25-Acier
<b>Noms des localités desservies</b>	Station de pompage Ait Zellal (SP <sub>1</sub> )
<b>Type</b>	Semi enterré
<b>Forme</b>	Circulaire
<b>Capacité</b>	500m <sup>3</sup>
<b>Etat du génie civil</b>	Bon
<b>OBSERVATIONS DIVERSES</b>	/

**Tableau (II.7) : Etat du réservoir SR<sub>2</sub> Ilmaten**

- **Anomalies**

- Il n'existe pas d'éclairage au niveau de ce site, ce qui rend difficile les interventions nocturnes.
- Le génie civil de l'ouvrage est en état de dégradation très avancé.
- Des fuites ont été observées au niveau des conduites et de leurs accessoires au niveau de la chambre des vannes.

- **Recommandations**

- Nettoyer l'intérieur du site et les alentours des végétations sauvages et prévoir des travaux d'aménagement,
- Réparer les fuites d'eaux signalées au niveau des chambres des vannes,
- Des travaux d'entretien ordinaires sont également à prévoir (peinture, nettoyage, ...),
- Réhabilitation du génie civil de l'ouvrage.
- Mettre en place un éclairage intérieur et extérieur.

### II.2.4- Réseau de distribution

Le réseau de distribution du village Ait Zellal a été réalisé en 1991 sans études, composé essentiellement de canalisations en acier galvanisé, de diamètre allant de DN20/27 jusqu'au DN150. Actuellement, l'ensemble des canalisations se trouve dans un état de dégradation très

## **Chapitre II : Diagnostic du système d'alimentation existant**

avancé. Plusieurs parties du réseau se trouve complètement hors service et la majorité des vannes sont endommagées. La fréquence des interventions de réparation des conduites est de 3 à 4 fois par jour. L'eau arrive à l'abonné une fois par 4 à 5 jours.

<b>DN</b>	<b>LONGUEUR (m)</b>	<b>MATERIAUX</b>
150	1091	Acier Galvanisé
100	1290	Acier Galvanisé
80	836	Acier Galvanisé
50/60	4652	Acier Galvanisé
40/49	3521	Acier Galvanisé
33/42	2374	Acier Galvanisé
26/34	827	Acier Galvanisé
20/27	1003	Acier Galvanisé
40	703	PEHD
20/27	547	PEHD

**Tableau (II.8) :** Inventaire des conduites de distribution du village Ait Zellal

### **II.3 Conclusion**

Le diagnostic qu'on a fait nous a permis de conclure que le réseau d'AEP de la commune Souama (forages, réservoirs, stations de pompes) présente des anomalies et des défaillances, peuvent causer des dysfonctionnements ce qui nécessite d'effectuer les recommandations citées auparavant à court terme, moyen terme et à long terme. nous a permis également de conclure que le réseau de distribution du village d'Ait Zellal doit être refait à sa totalité.

**III.1-Introduction**

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération exige de poser une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur.

Cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur.

Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs (de l'évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population etc....) L'étude présente se base sur les résultats du PDAU révisé et le recensement de l'APC.

Faute de données concernant les localités voisines du village Ait Zellal, notre étude, que se soit l'adduction ou la distribution, est basée uniquement sur les besoins en eau potable du village sus-cité, et cela jusqu'à l'horizon 2050.

**III.2-Estimation de la population a différents horizons**

L'évaluation de la population à différents horizons peut être déterminée en se référant à la formule des intérêts composées qui s'exprime par :

$$P_n = P_0(1 + \alpha)^n \tag{III-1}$$

$P_n$ : la population prévisionnelle à l'horizon considéré,

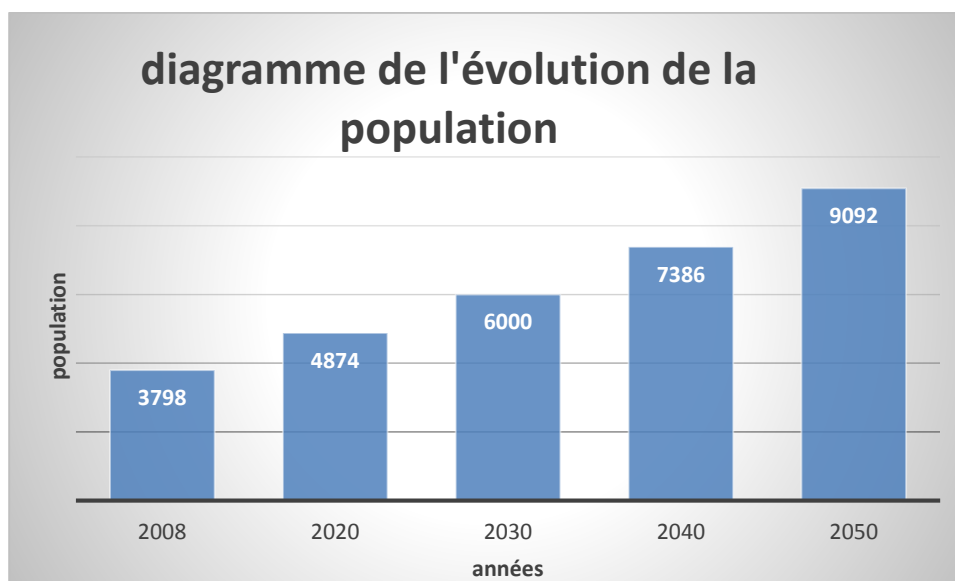
$P_0$ : la population de l'année de référence,

$\alpha$ : le taux d'accroissement annuel de la population est estimé à 2,1% (taux d'accroissement recommandé par les services de l'hydraulique).

$n$  : le nombre d'année séparant les horizons considérés.

Village	Taux d'accroissement	horizon				
		2008	2020	2030	2040	2050
Ait Zellal	2.1	3798	4874	6000	7386	9092

**Tableau (III.1) :** Estimation de la population pour différents horizons



**Figure (III.1) :** diagramme de l'évolution de la population

### III.3-Consommation moyenne journalière

Les besoins en eau des différents types de consommateurs sont donnés par la formule :

$$Q_{\text{moy. j}} = \sum \frac{D \times N}{1000} \quad (\text{III-2})$$

Où :

D : dotation moyenne journalière (l/j/hab.),

N : nombre de consommateurs.

### III.4-BESOINS EN EAU PAR CATEGORIE

Dans notre cas, l'agglomération est de type rural, et les besoins seront estimés sur la base de la dotation de 120 l/j/hab.

Partant du principe que l'étude d'un projet d'A.E. P se fait pour une durée de vie de 30 ans, notre étude est donc basée pour satisfaire les besoins en eau potable qui sont liés à l'évolution de la population d'ici l'horizon 2050.

**III.4.1- Besoin domestique**

<b>Horizon</b>	<b>Population</b>	<b>Dotation (l/j/hab)</b>	<b>Q moy.j (m<sup>3</sup>/j)</b>
2008	3798	120	455,76
2020	4874	120	584,88
2030	6000	120	720
2040	7386	120	886,32
2050	9092	120	1091,04

**Tableau (III.2) : Besoins domestiques pour divers horizons**

**III.4.2-Besoins scolaires**

Les besoins scolaires estimés sont résumés dans le tableau suivant :

<b>Equipement</b>	<b>Effectif</b>	<b>Dotation (l /s/élève)</b>	<b>Q moy.j (m<sup>3</sup>/j)</b>
<b>Ecole primaire AZ1</b>	212	10	2,12
<b>Ecole primaire AZ2</b>	148	10	1,48
<b>CEM base 5</b>	230	10	2,3
<b>TOTAL</b>	590	/	5,9

**Tableau (III.3) : Besoins scolaires**

**III.4.3-Besoins socioculturels**

Les besoins socioculturels sont résumés dans le tableau suivant :

<b>équipements</b>	<b>Effectif</b>	<b>Dotation (l/j/ fidèle)</b>	<b>Qmoy.j (m<sup>3</sup>/j)</b>
<b>2 mosquées</b>	2000	3	6
<b>4 mausolées</b>	200	3	0,6
<b>1 zaouïa</b>	50	2	0,1
<b>1 foyer de jeunes</b>	100	2	0,2
<b>TOTAL</b>	2350	10	6,9

**Tableau (III.4) : Besoins socioculturels**

**III.4.4-Les besoins sanitaires**

Les besoins sanitaires estimés sont résumés dans le tableau suivant :

Equipement	Effectif	Dotation (l/j/usagé)	Q moy.j (m <sup>3</sup> /j)
Salle de soin	150	5	0,75

**Tableau (III.5) : Besoin sanitaires**

**III.4.5-Besoins du secteur économique**

Les besoins économiques sont résumés dans le tableau suivant :

Equipement	surface	Dotation (l/j/m <sup>2</sup> )	Q moy.j (m <sup>3</sup> /j)
Commerce	1500	3	4,5

**Tableau (III.6) : besoin économiques**

Les besoins domestiques et les besoins des équipements sont représentés dans le tableau suivant :

DESIGNATION DES USAGERS	CONS moy.j (m <sup>3</sup> /j)				CONS moy (l/s)			
	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
<b>Besoins domestiques</b>	584,88	720	886,32	1091,04	6,77	8,33	10,26	12,63
<b>Besoins scolaires</b>	5,9	5,9	5,9	5,9	0,07	0,07	0,07	0,07
<b>Besoins socio-culturels</b>	6,9	6,9	6,9	6,9	0,08	0,08	0,08	0,08
<b>Besoins sanitaires</b>	4,5	4,5	4,5	4,5	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Besoins économiques</b>	0,75	0,75	0,75	0,75	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Total des besoins</b>	<b>602,93</b>	<b>738,05</b>	<b>904,37</b>	<b>1109,09</b>	<b>6,98</b>	<b>8, 54</b>	<b>10,47</b>	<b>12,84</b>

**Tableau (III.7) : Récapitulatif des besoins journaliers en eau du village d'Ait Zellal sans tenir compte des pertes**

**III.5- Majoration de la consommation moyenne journalière**

Pour éviter toute insuffisance dans la consommation journalière due aux pertes causées par d'éventuels accidents ou vieillissement du réseau d'A.E. P, on prévoit une majoration de **20%** des besoins journaliers

Année	2020	2030	2040	2050
Q moy.maj (m <sup>3</sup> /j)	723,516	885,66	1085,244	1330,908

**Tableau (III.8) :** Récapitulatif des besoins journaliers en eau du village d'Ait Zellal tenant compte des pertes

### III.6-Etude des variations de la consommation

Avant tout projet d'alimentation en eau potable, il faut connaître le régime de consommation de l'agglomération qui est utile pour le régime du travail des éléments du système et leur dimensionnement.

#### III.6.1-variations de la consommation journalière

Durant l'année la consommation d'eau n'est pas régulière, elle varie en présentant des maximums et des minimums. Ces variations sont caractérisées par des coefficients d'irrégularités  $K_{max,j}$ ,  $K_{min,j}$ .

##### A- Consommation maximale journalière

Cette consommation représente le débit maximum du jour le plus chargé de l'année elle s'obtient par la relation suivante :

$$Q_{max,j} = K_{max,j} \times Q_{moy,j} \quad (III-3)$$

$K_{max,j}$  : coefficient d'irrégularité maximale (K varie de 1,1 à 1,3),

Comme la zone d'étude est une agglomération de faible importance on peut prendre  $K_{max,j} = 1,3$ .

##### B- Consommation minimale journalière :

Elle représente le débit du jour le moins chargé de l'année. Elle est caractérisé par l'introduction d'un coefficient ( $K_{min,j}$ ) varie entre 0.7 et 0.9.

Dans notre cas on prend  $K_{min,j} = 0.8$ .

HORIZON	Q <sub>moy j maj.</sub>		K <sub>max j</sub>	Q <sub>max j</sub>		K <sub>min j</sub>	Q <sub>min j</sub>	
	m <sup>3</sup>	l/s		m <sup>3/j</sup>	l/s		m <sup>3/j</sup>	l/s
2020	723,52	8,37	1,3	940,57	10,89	0,9	651,16	7,54
2030	885,66	10,25	1,3	1151,36	13,33	0,9	797,09	9,23
2040	1085,24	12,56	1,3	1410,82	16,33	0,9	976,72	11,3
2050	1330,91	15,4	1,3	1730,18	20,03	0,9	1197,82	13,86

Tableau (III.9) : débit maximale et minimale journalière

III.6.2-variations de la consommation horaire

La consommation en eau au cours de la journalière varie d’une heure à l’autre. Sa valeur maximale (Q max. h) est caractérisé par l’introduction d’un coefficient (K<sub>max.h</sub>) tel que :

$$Q \text{ max. h} = K \text{ max. h} \times Q \text{ moy. h} \tag{III-4}$$

Avec :

$$Q \text{ moy.h} = Q_{\text{max.j}}/24 \tag{III-5}$$

$$K \text{ max.h} = \alpha_{\text{max}} \times \beta_{\text{max}} \tag{III-6}$$

Ou;

$\alpha_{\text{max}}$  : Coefficient dépendant du confort de vie, il varie entre 1,2 et 1,4. Dans le cas de notre étude on prendra  $\alpha_{\text{max}} = 1,3$ .

$\beta_{\text{max}}$  : Coefficient dépendant du nombre d’habitants de l’agglomération.

Nombre d’habitant × 1000	<1.0	1.5	2.5	4.0	6.0	10	20	30	100	300	>1000
$\beta \text{ max}$	2.00	1.80	1.60	1.50	1.40	1.30	1.20	1.15	1.10	1.03	1.00

Tableau (III.10):  $\beta_{\text{max}}$  en fonction du nombre d’habitants

Le nombre d’habitant du village Ait Zellal s’élève à 9092 habitants à l’horizon 2050. Ce qui fait, d’après le tableau ci-dessus,  $\beta_{\text{max}} = 1.3$ .

Donc,  $K_{\text{max h}} = \alpha_{\text{max}} \times \beta_{\text{max}} = 1,3 \times 1,3 = 1,69$

Les résultats obtenus pour  $K_{\text{max h}}$  égal à 1.69 sont représentés dans le tableau suivant :

HORIZON	Q max.j	Q moy.h= Q max.j/24		Q max.h= Kmax h× Q moy.h	
	(m <sup>3</sup> /j)	(m <sup>3</sup> /h)	(l/s)	(m <sup>3</sup> /h)	(l/s)
2020	940,57	39,19	10,89	66,23	18,4
2030	1151,36	47,97	13,33	81,07	22,52
2040	1410,82	58,78	16,33	99,34	27,59
2050	1730,18	72,09	20,03	121,83	33,84

Tableau (III.11) : Débit max horaire

### III.7-bilan ressources-besoin

L'évaluation des ressources affectées au village Ait Zellal ce fait sur la base des informations fournies par la subdivision des services hydrauliques de la daïra de MEKLA.

Unité	Production actuel		
	l/s	m <sup>3</sup> /j	m <sup>3</sup> /an
Forage AZ3	1,97	169,95	62203,26
Forage AZ8	1,29	111,32	40741,34
<b>TOTAL</b>	<b>3,26</b>	<b>281,27</b>	<b>102944,6</b>

Tableau (III.12) : débit affecté à Ait Zellal

le déficit en eau est calculé comme suit :

$$\text{Déficit} = \text{Production} - \text{Besoins}$$

Unité	m <sup>3</sup> /j				l /s			
	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
<b>Besoins En Eau</b>	940,57	1151,36	1410,82	1730,18	10,89	13,33	16,33	20,03
<b>Production</b>	281,17	281,17	281,17	281,17	3,26	3,26	3,26	3,26
<b>Déficit</b>	<b>659,4</b>	<b>870,19</b>	<b>1129,65</b>	<b>1449,01</b>	<b>7,63</b>	<b>10,07</b>	<b>13,07</b>	<b>16,77</b>

Tableau (III.13) : Valeurs du déficit en eau

**III.7- Conclusion**

La consommation maximale journalière en eau potable du village Ait Zellal s'élèvera en 2050 à 1730,18 m<sup>3</sup>/j, soit 20.03l/s. ce débit servira pour le dimensionnement de la conduite d'adduction ainsi que le réservoir de distribution. Cependant, la ressource moyenne journalière mobilisée est de 281.17 m<sup>3</sup>/j, soit un débit moyen estimé à 3.26 l/s qui est insuffisant pour satisfaire les besoins actuels et futures en eau potable de la population. L'amélioration de l'approvisionnement en eau potable de la région est donc nécessaire pour une meilleure qualité de vie des citoyens. Pour combler le déficit enregistré, qui est de l'ordre de 16.7 l/s, on doit réaliser un picage dans la conduite de transfert d'eau Taksebt-Fréha.

## **IV.1 - Introduction**

Un réseau d'alimentation en eau potable doit comporter plusieurs éléments lui permettant le bon fonctionnement de l'adduction et de la distribution de l'eau, en l'occurrence, les ouvrages de stockage, appareils de pompage et d'amener d'eau.

Les réservoirs d'eau sont des ouvrages hydrauliques de grande importance, dont le but est de stocker de l'eau. Ils permettent d'assurer la jonction entre le réseau d'adduction et celui de distribution et permettent aussi d'assurer la distribution en continue pour les consommateurs pendant les heures de la journée.

L'objectif de ce chapitre est de dimensionner les ouvrages de stockage nécessaire pour satisfaire les besoins futurs de notre zone.

## **IV.2-Le fonctionnement des réservoirs [2]**

Les réservoirs constituent une réserve qui permet d'assurer l'alimentation des localités en eau potable, mais qui assurent aussi d'autre taches comme :

- Assure la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe ;
- Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée ;
- Régulariser la pression et le débit dans le réseau de distribution ;
- Régulariser le fonctionnement de la pompe ;
- Lutte contre les incendies.

### **IV.2.1-Classification des réservoirs [3]**

Les réservoirs sont classés comme suit :

- D'après la nature des matériaux, on distingue :

- Les réservoirs métalliques.
- Les réservoirs en maçonnerie.
- Les réservoirs en béton armé, ordinaire ou précontraint

- D'après la situation des lieux, ils peuvent être :

- Enterrés.
- Semi enterrés.
- Surélevés sur tours

- Selon leurs formes :

- Circulaires.
- Rectangulaires.

- Forme quelconque.

### IV.3-Choix des réservoirs

Vu le relief du terrain et les emplacements disponibles, nous optons pour des réservoirs circulaires semi enterrés pour lesquels :

- L'étanchéité est assurée.
- L'étude architecturale est simplifiée.
- L'économie sur les frais de construction.
- La conservation de l'eau emmagasinée est à une température constante.

### IV.4-Les équipements des réservoirs [2]

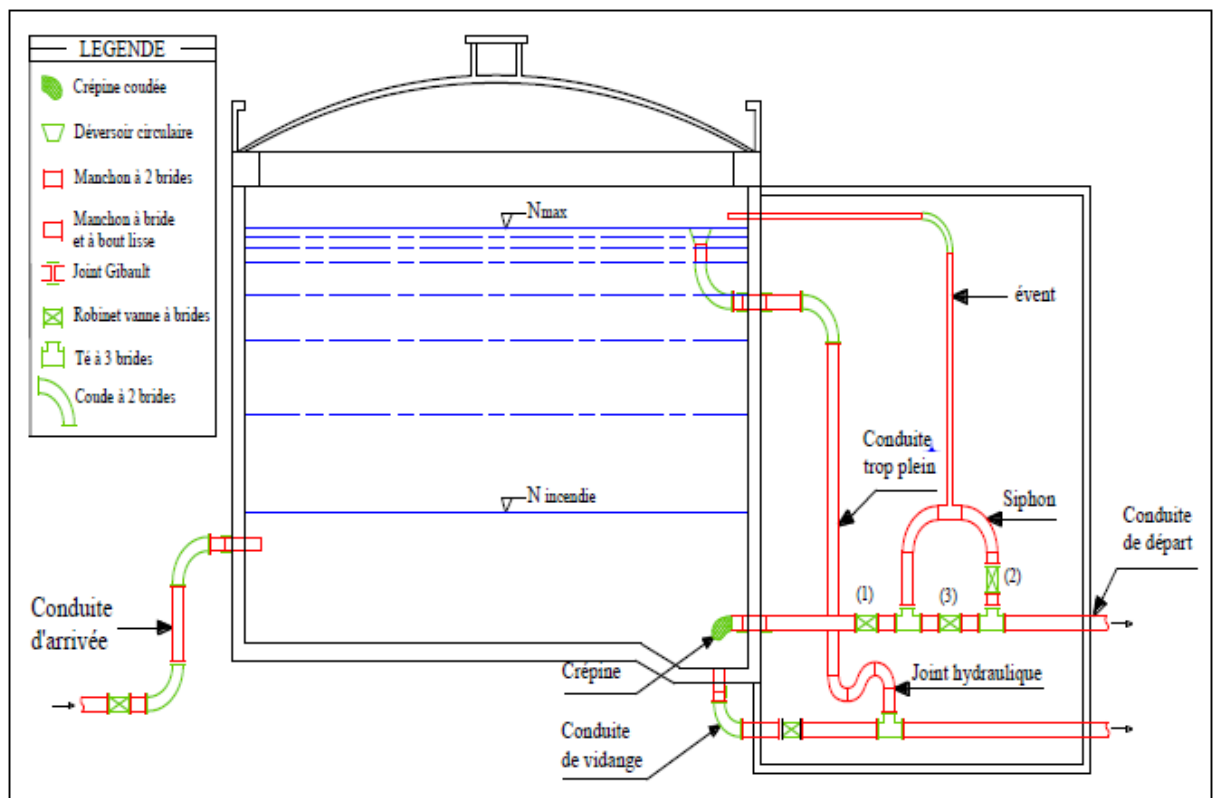


Figure (IV.1) : Schéma de fonctionnement d'un réservoir

#### IV.4.1-Conduites d'adduction

L'eau arrive au réservoir par débordement afin de permettre son oxygénation.

L'adduction doit s'obturer dès que l'eau atteint le niveau maximum du réservoir, cette obturation se réalise grâce à un robinet flotteur [2].

**IV.4.2-Conduite de distribution**

Le départ de la conduite de distribution s'effectue de 0,15 à 0,20 m au-dessus du radier, en vue d'éviter l'introduction du sable et de boue éventuellement déposés sur le radier. Un robinet vanne sera aménagé sur le départ de la conduite de distribution, pour pouvoir isoler rapidement le réservoir en cas de rupture sur la conduite maîtresse de distribution [2]. **(Figure (IV.02)).**

**IV.4.3-Conduite de trop plein**

Elle sert à évacuer la totalité du débit arrivant au réservoir vers un exutoire lorsque le niveau d'eau dans celui-ci atteint sa limite maximale. Il est prévu en cas de défaillance du système d'arrêt de pompage.

Pour éviter l'intrusion d'insectes ou des moustiques, on aménage un siphon dans la conduite de trop plein, **(Figure (IV.03)).**

**IV.4.4-Conduite de vidange**

On l'installe au bas du réservoir et on la raccorde avec la conduite de trop plein. Elle comporte un robinet vanne pour d'éventuels nettoyages ou réparation dans le réservoir [2], **(Figure (IV.03)).**

**IV.4.5-Conduite de by-pass**

Ce dispositif relie l'adduction à la distribution. Il ne fonction qu'au moment du nettoyage ou de réparation du réservoir

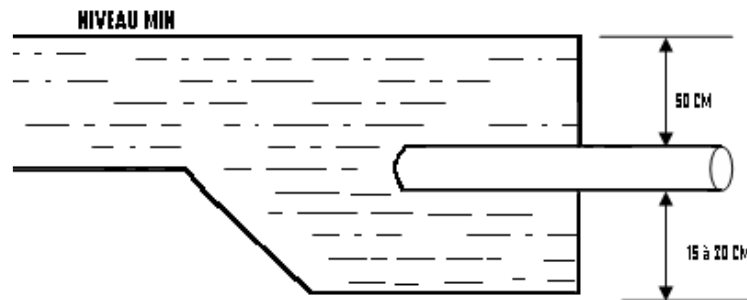
- En temps normal 1 et 3 sont ouvertes et la 2 est fermées.
- En by-pass on ferme 1 et 3 et on ouvre 2, **(Figure (IV.04)).**

**IV.4.6-Matérialisation de la réserve d'incendie**

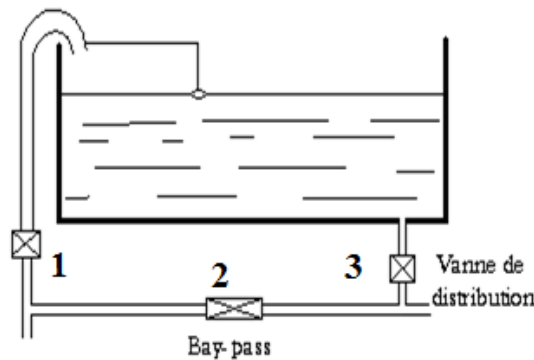
Pour empêcher le passage de l'eau de la réserve d'incendie dans la distribution en prévoit :

- Le système à deux prises.
  - En temps normal : 1 et 3 sont ouvertes et 2 fermée
- Le système à siphon
  - En service normal 1 et 3 sont ouvertes et 2 fermée.
  - En cas d'incendie on ouvre la conduite 2.

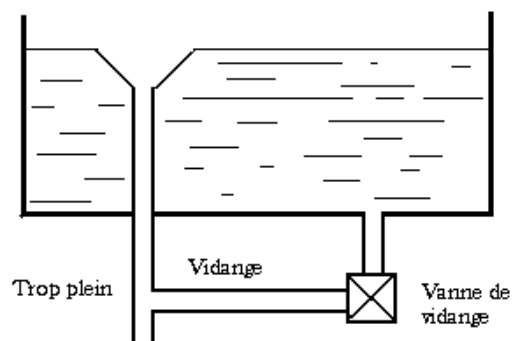
Le robinet vanne 3 normalement ouvert et prévu pour réparer 1 ou 2. Dans le système à deux prises, la réserve d'incendie constitue une tranche d'eau morte, on optera alors pour le 2ème système car l'eau ne stagne pas au fond du réservoir, (**Figure (IV. 05)**).



**Figure (IV.02) :** Départ de conduite de distribution



**Figure (IV.04) :** By-pass



**Figure (IV.03) :** trop-plein et vidange d'une réserve d'incendie

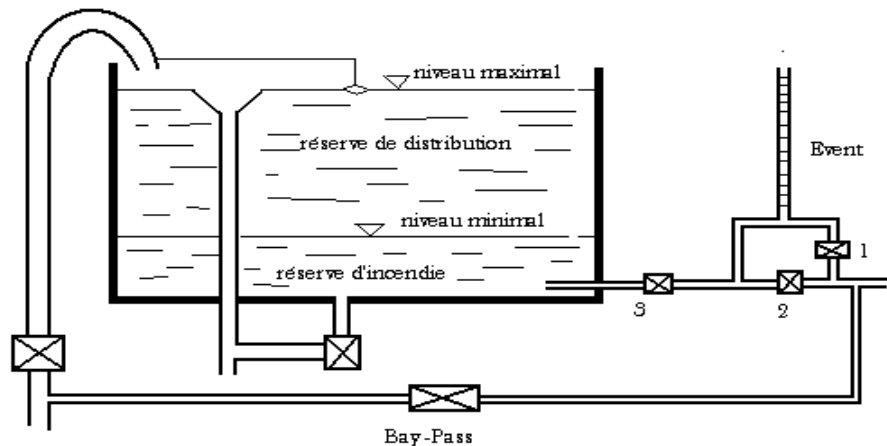


Figure (IV.05) : Matérialisation

### IV.5- Emplacement des réservoirs

L'emplacement des réservoirs dépend de la topographie des lieux et la nature du sol. La meilleure implantation est déterminée après une étude économique approfondie, Il doit être placé à un niveau supérieur à celui de l'agglomération qu'il dessert. L'altitude du réservoir doit se situer à un niveau supérieur à la plus haute cote piézométrique exigée sur le réseau

### IV.6- Entretien des réservoirs

Les structures des réservoirs doivent faire l'objet d'une surveillance régulière en ce qui concerne toutes les fissures, ainsi que les phénomènes de corrosion sur les parties métalliques en raison de l'atmosphère humide qui y règne.

Un soin particulier doit être apporté au nettoyage des cuves ; opération comportant plusieurs étapes telles que :

- Isolement et vidange de la cuve ;
- Elimination des dépôts sur les parois ;
- Réparation éventuelles des parois ;
- Désinfection à l'aide des produits chlorés.

### IV.7- Capacité du réservoir

#### IV.7.1- Le volume total du réservoir

Le volume total du réservoir est généralement calculé en tenant compte de la réserve d'incendie qui est égale à  $120m^3$  (volume nécessaire pour éteindre un incendie de deux heures). Cette réserve ne sera pas prise en compte dans notre cas, vu que notre zone d'étude est rurale et de population éparse.

## IV.7.2- Capacité du réservoir de distribution

La capacité du réservoir est déterminée en fonction des variations de débit entrant et sortant, en d'autre terme, du mode d'adduction (apport ; 21h/24h) et de la consommation maximale journalière de l'agglomération (voir annexe 1).

A défaut d'un modèle de consommation réel de l'agglomération, on a eu recours à des modèles de statistiques, et suivant le modèle qu'on a certainement pris en fonction du coefficient de consommation maximale horaire calculé précédemment ( $K_{maxh}=1.7$ ), on dresse un tableau des débits entrants et sortant du réservoir, et les résultats sont les suivants :

Heures	Apport		Distribution		Surplus	Déficit	Résidus
	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	%	%
0 - 1	4,76	82,36	1	17,302	3,76	/	3,76
1_2	4,76	82,36	1	17,302	3,76	/	7,52
2_3	4,76	82,36	1	17,302	3,76	/	11,28
3_4	4,76	82,36	1	17,302	3,76	/	15,04
4_5	4,76	82,36	2	34,604	2,76	/	17,80
5_6	4,76	82,36	3	51,905	1,76	/	<b>19,56</b>
6_7	4,76	82,36	5	86,509	/	-0,24	19,32
7_8	4,76	82,36	6,5	112,462	/	-1,74	17,58
8_9	4,76	82,36	6,5	112,462	/	-1,74	15,84
9_10	4,76	82,36	5,5	95,160	/	-0,74	15,10
10_11	4,76	82,36	4,5	77,858	/	0,26	15,36
11_12	4,76	82,36	5,5	95,160	/	-0,74	14,62
12_13	4,76	82,36	7	121,113	/	-2,24	12,38
13_14	4,76	82,36	7	121,113	/	-2,24	10,14
14_15	4,76	82,36	5,5	95,160	/	-0,74	9,40
15_16	4,76	82,36	4,5	77,858	/	0,26	9,66
16_17	4,76	82,36	5	86,509	/	-0,24	9,42
17_18	0	0,00	6,5	112,462	/	-6,50	2,92
18_19	0	0,00	6,5	112,462	/	-6,50	-3,58
19_20	0	0,00	5	86,509	/	-5,00	-8,58
20_21	4,77	82,53	4,5	77,858	0,27	/	<b>-8,58</b>
21_22	4,77	82,53	3	51,905	1,77	/	-6,81
22_23	4,77	82,53	2	34,604	2,77	/	-4,04
23_24	4,77	82,53	1	17,302	3,77	/	0,00
Total	100	1730,18	100	1730,180	/	/	/

Tableau (IV.1) : détermination du volume de régularisation

Afin de calculer le volume de régulation du réservoir ( $V_r$ ) on est appelé à déterminer le maximum du résidu ( $P_{max}$ ) dans la journée. Si l'apport est supérieur à la distribution, pour une heure donnée, cela indique un surplus ( $R^+$ ), dans le cas contraire on notera un déficit ( $R^-$ ). Ainsi on détermine le résidu dans le réservoir pour chaque heure.

$$P_{max} \% = |R_{max}^+| + |R_{max}^-| \quad (IV.1)$$

$$P_{max} \% = |19.56| + |-8.58|, \text{ donc } P_{max} = 28.14 \%$$

Le volume de régulation du réservoir sera :

$$V_r = \frac{P_{max} \times Q_{max,j}}{100} \quad (IV.2)$$

Où :

$Q_{max,j}$  : débit maximum journalier ( $m^3/j$ ).

$$V_r = \frac{28.14 \times 1730.18}{100} \Rightarrow V_r = 486.87 m^3$$

Afin de normaliser la capacité du réservoir, on prendra un volume de **500 m<sup>3</sup>**.

Il existe au niveau du village AIT ZELLAL un réservoir de tête surélevé, d'une capacité de  $200m^3$ . Cette dernière ne sera pas suffisante jusqu'à l'année 2050, on propose donc à long terme un autre réservoir standard de capacité de  $300m^3$  qui sera réalisé au niveau de même village.

#### IV.7.3-Dimensionnement du réservoir projeté

Après avoir déterminé la capacité du réservoir, on calcule son diamètre à l'aide de la formule suivante :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{h \times \pi}} \quad (IV.3)$$

Avec :

-D : diamètre du réservoir (m).

-V : volume du réservoir.

-H : est la hauteur de l'eau dans le réservoir, prise égale à 4m.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 300}{4 \times \pi}} = 9.7m$$

A cette charge d'eau s'ajoute une hauteur de 0.4m pour la crépine, 0.6m charge minimale au dessus de la crépine, ce qui correspond à une tranche de volume égale à  $74m^3$ .

En fin le volume retenu du réservoir est de  $374m^3$ .

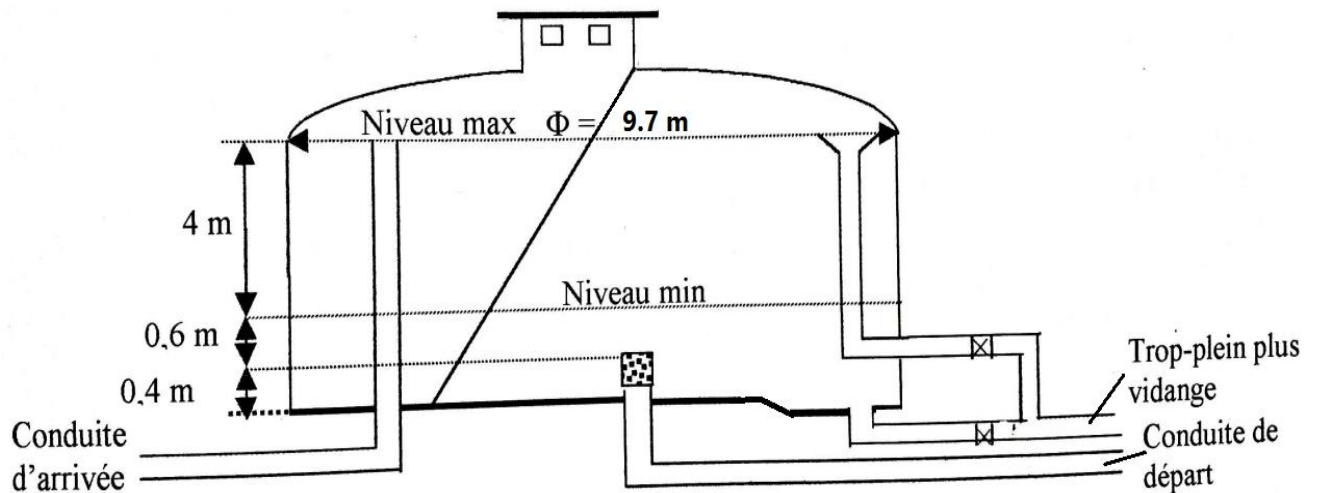


Figure (IV.06) : Dimensionnement du réservoir projeté

#### IV.7.4- Dimensionnement de la station de reprise SR1

La station de reprise SR1 se situe à une altitude de 367 m, elle reçoit un débit de  $Q_{max,j} = 1730,18 \text{ m}^3/\text{J}$ , par refoulement à partir de deux forages et d'un picage dans la conduite de transfert Barrage Taksebt-Fréha, son volume de stockage sera déterminé d'une manière à maintenir la crépine toujours en charge et d'avoir une réserve permettant une certaine souplesse si la station de pompage doit être pilotée temporairement en mode manuel, ce qui peut se produire en cas de panne de système d'automatisation. Le temps de pilotage manuel est estimé à  $\frac{1}{4}$  heure.

$$V = Q_{max} \cdot h \times T \quad (IV-4)$$

Avec :

- V : Volume de la station de reprise
- $Q_{max} \cdot h$  : Débit de pompage ( $82,53 \text{ m}^3/\text{h}$ )
- T : Temps de pilotage manuel.

$$V = 82,53 \times \frac{1}{4} = 20,6 \text{ m}^3$$

On prend  $v = 21 \text{ m}^3$

#### IV.7.3- Dimensionnement de la station de reprise SR 2 :

La station de reprise SR2 se situe à une altitude de 511,35 m, elle reçoit un débit de  $Q_{max,j} = 1730,18 \text{ m}^3/\text{J}$ , par refoulement à partir de la station de reprise SR1, son volume de stockage est déterminé de la même manière que celui de SR1, et égal à  $21 \text{ m}^3$ .

**IV.7-Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons effectué le calcul de volume de régulation du réservoir de distribution nécessaire pour l'alimentation d'Ait Zellal et les capacités des bâches d'aspiration des stations de reprises. Après avoir effectué les calculs, il s'est avéré que le réservoir existant, de 200m<sup>3</sup>, ne peut subvenir aux besoins en eau potable de la population. Pour cela, il est recommandé de projeter sur le même site un autre réservoir de 300m<sup>3</sup> de capacité utile. Cependant, le dimensionnement des conduites transportant ce volume d'eau fera l'objet du chapitre suivant.

## **V.1- Introduction**

Le but de ce présent chapitre, est de parvenir à satisfaire la demande des consommateurs et de combler le déficit en eau potable des différentes localités. Pour cela, on est appelé à faire une étude technico-économique pour dimensionner le réseau d'adduction.

L'adduction c'est le transport de l'eau depuis le lieu de prélèvement, qu'est une source, un forage, un captage ou une retenue jusqu'au voisinage de la zone d'utilisation ou au réservoir de stockage par un ensemble d'installation.

Les conduites d'adduction doivent satisfaire pendant leurs durées d'utilisation aux besoins de la population et être en mesure de véhiculer un débit maximal journalier.

## **V.2-Types d'adduction**

A base de leurs fonctionnements elles se classent en trois catégories [4]:

### **V.2.1-Adduction Gravitaire**

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitairement. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une cote piézométrique supérieure à la cote piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

### **V.2.2-Adduction par refoulement**

Le point de captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation. L'adduction est réalisée en charge c'est-à-dire dans les conduites sous pression, du moment que les eaux de captage sont relevées par une station de pompage dans la conduite de refoulement.

Dans notre étude, l'adduction à projeter est une adduction par refoulement.

### **V.2.3-Adduction mixte**

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon. Dans le cas de notre étude, l'adduction à projeter est une adduction par refoulement.

## **V.3-Choix du tracé**

Le choix du tracé se base sur les conditions économiques, techniques et topographiques qui se résument comme suit [4] :

- Pour des raisons économiques, il est nécessaire de choisir le tracé le plus court possible ayant un profil régulier ;
- Pour faciliter l'exécution des travaux ainsi que l'acheminement du matériel lors de la réalisation, on doit suivre les chemins existants (routes, pistes) ;
- Eviter les contres pentes susceptibles de créer des poches d'air aux points hauts qui sont plus ou moins difficiles à évacuer, dans le cas des refoulements, il peut résulter en ces endroits une cavitation par suite d'arrêt inopiné pouvant occasionner l'éclatement des canalisations.

#### **V.4-Choix du type de matériaux**

La conduite constitue l'un des éléments de base de la chaîne d'adduction, pour ce fait son choix doit répondre à plusieurs critères hydrotechniques et économiques, parmi eux on cite :

- Le diamètre et la pression de service ;
- Facilité de la mise en œuvre, de l'exploitation et de son entretien ;
- Disponibilité sur le marché ;
- Durée de vie ;

En fonction du matériau de base, les tuyaux sont classés comme suit :

- Métallique : fonte, acier ;
- À base de ciment : béton armé, amiante ciment ;
- En matière thermoplastique : chlorure de polyvinyle (PVC), polyéthylène (PEHD, PEBD).

##### **V.4.1-Tuyaux en fonte (dite fonte ductile ou fonte grise)**

La fonte est un alliage de fer et de carbone dont la proportion varie entre **2.2%** à **4%**. L'utilisation des tuyaux en fonte polyvalente, elle se fait en distribution, en assainissement et en irrigation. La fonte ductile est obtenue en additionnant, au moment de la coulée une très faible quantité de magnésium dont la présence, au sein de la fonte, provoque la cristallisation du graphite sous forme sphéroïdale au lieu de cristaux aplatis comme dans la fonte ordinaire. Les canalisations en fonte ductile sont destinées à transporter certains agents chimiques particulièrement agressifs (hydrocarbures, fluides à haute température, acides).

Ces tuyaux sont réalisés dans des diamètres normalisés suivants : 60mm, 80mm, 100mm, 125mm, 150mm, 175mm, 200mm, 250mm, 300mm, 400mm, 450mm, 500mm, 600mm, 700mm, 800mm, 900mm, 1000mm.

Les longueurs courantes de ces tuyaux sont de **6 m** pour les petits et moyens diamètres (jusqu'à **800 mm**) et de **7 m** à partir de **800 mm**.

#### **V.4.1.1-Avantage des tuyaux en fonte**

- Supportent des pressions de service atteignant **50 bars** pour des diamètres ne dépassant pas **600 mm**, et **40 bars** pour des diamètres supérieurs ;
- Très rigides et solides ;
- Longue durée de vie.

#### **V.4.1.2- Inconvénients**

- Très robustes ;
- Lourds ;
- Très chers ;
- Fragiles ;
- Nécessite des pièces spéciales.



**Figure (V.1) : Corrosion des conduites en font**

#### **V.4.2-Tuyaux en acier**

L'acier est un constituant de fer combiné au carbone, le pourcentage de carbone étant entre **0.1 %** et **1.5%**. L'acier utilisé dans la fabrication des tubes et raccords c'est l'acier doux soudable. Les tuyaux peuvent être obtenus, soit par laminage à chaud sans soudure, à partir d'un bloc de métal transformé peu à peu par plusieurs laminages sur mandrin (jusqu'au diamètre **400 mm**) soit à partir de tôles mises en forme à la machine et soudées longitudinalement à l'arc électrique (du diamètre **350 mm** et au-dessus) soit encore, de bandes enroulées en hélice et soudées sur les bords à l'arc électrique (du diamètre **150 mm** jusqu'à

**600 mm**). Les longueurs courantes varient de **6 à 16 m** suivants les diamètres. La pression de service dans ces tuyaux peut atteindre :

- **60 bars** : jusqu'à **150 mm** de diamètre ;
- **50 bars** : jusqu'à **275 mm** de diamètre ;
- **40 bars** : jusqu'à **400 mm** de diamètre.

#### **V.4.2.1-Avantages**

- Découpable, soudable ;
- Plus souples que les tuyaux en fonte ;
- Bonne étanchéité ;
- Bonne adaptation aux reliefs accidentés grâce à leur élasticité.

#### **V.4.2.2-Inconvénients**

- Sensibles à la corrosion, ils doivent être revêtus intérieurement et extérieurement ;
- Courte durée de vie (**20 ans**).

### **V.4.3-Tuyaux en plastique**

#### **V.4.3.1-Conduites en PVC (poly chlorure de vinyle)**

Le PVC est un dérivé de l'éthylène. Le monomère est le chlorure de vinyle de formule :  $\text{CH}_2\text{CHCl}$ . C'est une poudre blanche, le point de fusion se situe à **150°C** et le produit se ramollit à **75°C**.

##### **a-Avantage**

- La finition des surfaces internes des tubes (lisses) réduit considérablement les pertes de charges comparativement à d'autres matériaux ;
- Une faible rugosité qui se maintient au long des années ;
- Une bonne résistance chimique à la solution saline, acide et solution oxydable ;
- Le PVC ne subit ni entartrage ni corrosion grâce à son inertie chimique.
- En plus de ces propriétés il est disponible sur le marché. Cependant, Leur inconvénient est le risque de rupture.

#### **V.4.3.2-Conduites en polyéthylène (PE)**

Le PE est issu des hydrocarbures, il résulte de l'association de nombreuses molécules simples (Ethylène) selon une réaction de polymérisation qui a lieu dans un réacteur chimique sous une pression et une température donnée en présence de catalyseurs. La variation de l'un de ces paramètres peut changer la structure de la matière obtenue appelée polymère. Ce

dernier peut être **PE** à basse densité (**PEBD**) ou à haute densité (**PEHD**) dont les points de fusion se situent respectivement à **115 °C** et **130 °C**. Les raisons pour l'utilisation du polyéthylène sont innombrables, nous citons certaines d'entre elles :

- Facile à poser (grande flexibilité) ;
- Permet des rayons de courbure inférieur aux réseaux traditionnels ;
- Fiable au niveau des branchements (Pas de fuites) ;
- Durée de vie prouvée par l'expérience et les tests de vieillissement (Durée de vie théorique **50 ans** à **20 °C**) ;
- Bonnes caractéristiques hydrauliques (coefficient de rugosité très faible) ;
- Répond parfaitement aux normes de potabilité ;
- Résiste à tous types de corrosion, ainsi que l'entartrage ;
- Résiste chimiquement lors de transport de fluides industriels et des eaux usées ;
- Se raccorde facilement aux réseaux (fonte, acier) ;
- Insensible aux mouvements du terrain (tremblement de terre) ;
- Très bonne étanchéité

Le **PEHD** est un matériau apte à prendre en charge de grandes pressions, il est incorrodable, sa pose par soudure électrique se fait sans grande contrainte. L'inconvénient c'est surtout le risque de rupture.



**Figure (V.2) : Les tuyaux en PEHD**

### **V.5-Les équipements des conduites d'adduction**

Les principaux accessoires qu'on utilise pour un bon fonctionnement d'un réseau d'adduction et pour assurer l'exploitation et la protection du réseau sont [4] :

**V.5.1-Robinet de sectionnement (vanne de sectionnement)**

Ils sont placés au niveau de chaque nœud, utilisés pour isoler une conduite en cas de réparation et pour cela on utilise « **Des robinets-vannes** » (pour le gros diamètre), et « **Des robinets quart de tour** » (en petit diamètre seulement). Elles permettent aussi la vidange d'un tronçon à part ce qui conditionne la présence des robinets de prise sur chaque branchement.

**V.5.2-Robinet vanne à coin (à opercule)**

Les robinets vannes à opercule sont des appareils de sectionnement qui doivent être complètement ouverts ou fermés. Leur encombrement est considérable comparé à celui des vannes papillon. L'arrêt est fait par un obturateur en forme de coin.



**Figure (V.3) :** Vanne opercule

**V.5.3-Vannes papillons**

Les vannes papillons peuvent aussi bien servir pour le sectionnement que pour le réglage des débits. Ils sont d'un encombrement réduit, léger, le couple de manœuvre est faible. Elle occasionne une faible perte de charge.



**Figure (V.4) :** Vanne papillon

**V.5.4-Ventouses**

Ce sont des appareils permettant l'évacuation de l'air entraîné par l'eau qui s'accumulerait aux points hauts des conduites du réseau.



**Figure (V.5) : Ventouse**

**V.5.5-Les clapets**

Ont pour fonction d'empêcher le retour de l'eau en sens inverse de l'écoulement prévu. Le clapet trouve son utilisation à la station de pompage où il doit obligatoirement équiper la canalisation de refoulement à la sortie de la pompe [4].

**V.5.6-Vanne de décharge**

C'est un robinet disposé au point bas du tracé en vue de la vidange de la conduite. La vidange se fait soit dans un égout (cas d'un réseau urbain), soit dans un fossé ou en plein air (cas d'une conduite de campagne). Ce robinet sera posé dans un regard en maçonnerie facilement accessible.

**V.5.7-Crépines**

La crépine évite l'entrée accidentelle de corps solides dans la pompe, elle est constituée par un cylindre perforé qui refuse le passage à des objets. Il est à noter qu'une crépine doit toujours être entièrement immergée pour éviter les rentrées d'air (une marge suffisante doit être prévue pour le vortex) et éloignée d'environ **0.5 m** du fond du puisard.



Figure (V.6) : Crépines

## V.6-Etude technico-économique des conduites de refoulement

Du point de vue économique, la conduite de refoulement et la station de pompage sont liées. En effet, plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever, plus la perte de charge sera grande, plus le moteur d'entraînement devra être puissant, donc, plus l'énergie dépensée sera importante. Il est donc intuitif qu'il existe un diamètre économique pour la conduite de refoulement résultant d'un compromis entre ces deux tendances.

La détermination de ce diamètre se fait selon les étapes suivantes :

### V.6.1-Diamètre économique

Le diamètre économique et un diamètre normalise appartient à la gamme des diamètres délimité par les formules de BONIN et BRESSE, et qui présentera un bilan minimal des frais d'exploitation et frais d'amortissement avec une vitesse acceptable [2]:

- Formule de **Bonin**  $D = \sqrt{Q}$  (V-1)

- Formule de **Bresse**  $D = 1,5 \times \sqrt{Q}$  (V-2)

Avec :

**D** : diamètre économique de la conduite (m) ;

**Q** : débit à relever (m<sup>3</sup>/s).

### V.6.2-Hauteur géométrique

La hauteur géométrique (**Hg**) est la différence d'altitude entre le plan d'eau de pompage et le lieu à alimenter. Elle représente également la hauteur d'élévation entre la côte trop plein du réservoir plus **0,5m** et la côte du radier de la station de reprise plus **0,2m**.

$$H_g = (CTP) - (CR) \quad (V-3)$$

Avec :

**Hg** : Hauteur géométrique (m);

**CTP** : Côte Trop-plein du réservoir d'arrivée (m)

**CR** : Côte radié du réservoir de départ ou de la station de départ (m)

### **V.6.3-Perte de charge (j)**

Il existe deux types de pertes de charge dans les conduites d'adduction [2] :

- Pertes de charge linéaires ;
- Pertes de charge singulières.

#### **V.6.3.1-Pertes de charge linéaire (régulières)**

On appelle pertes de charge linéaire celles qui se produisent dans les tuyaux dépourvus de singularités. Elles sont dues aux frottements de l'eau contre les parois des canalisations, et des molécules entre elles. Les pertes de charge linéaires sont déterminées à partir de la formule de **Darcy-Weisbach**.

$$j_l = \lambda \frac{L}{D} \frac{1}{2g} \cdot [(V_{moy})^2] \quad (V-4)$$

Avec :

**L** : longueur géométrique de la conduite (ml) ;

**λ** : Coefficient de frottement adimensionnel dépendant de la nature du régime d'écoulement ;

**V<sub>moy</sub>** : la vitesse moyenne d'écoulement de l'eau dans la conduite (m/s) ;

**D** : diamètre intérieur de la conduite (m) ;

**g** : accélération de la pesanteur ;

**j<sub>l</sub>** : perte de charge linéaire.

#### **V.6.3.1.1-Détermination de λ**

Le coefficient de frottement **λ**, dépend du régime d'écoulement qui est fonction de la rugosité relative et du nombre de Reynolds, en se référant au diagramme de Moody et ayant ces deux derniers paramètres on pourra déterminer le coefficient de frottement **λ**.

##### **A. En régime laminaire :**

**λ** est indépendant de la rugosité relative, il est uniquement fonction du nombre de Reynolds, il est donnée par l'expression de **POISEUILLE** :

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (V-5)$$

En pratique on déterminera la valeur de  $\lambda$  au moyen du diagramme de Moody (**Annexe 2**).

**B. En régime turbulent rugueux :**

$\lambda$  sera calculé avec la formule de **NIKURADZE** :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,14 - 2\ln\left(\frac{\varepsilon}{D}\right) \text{ ou } \lambda = [0,14 - 0,86\ln\left(\frac{\varepsilon}{D}\right)]^{-2} \quad (\text{V-6})$$

Avec :

$\lambda$  : coefficient de frottement absolu des tuyaux ;

$\varepsilon$  : la rugosité absolue ;

D : Diamètre de la conduite ;

$\frac{\lambda}{D}$  : Rugosité relative.

**C. En régime transitoire :**

$\lambda$  sera calculé avec la formule de **COLEBROOK-WHITE** suivante :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left[\frac{K}{3,7D} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}}\right] \quad (\text{V-7})$$

Cette formule se base sur des approximations successives :

En première approximation  $\lambda$  est déterminé par la formule de **NIKURADZE**, la valeur sera remplacée dans le second membre de la relation de **COLEBROOK-WHITE**, d'où on aura une valeur de  $\lambda$ . On procède aux approximations successives jusqu'à ce que les deux membres de l'expression mathématique soient égaux.

**V.6.3.1.2-Détermination de la rugosité**

La rugosité absolue est donnée par la mesure de l'épaisseur des rugosités de la paroi du tuyau. La rugosité relative ( $\varepsilon/D$ ) est le rapport de la rugosité absolue au diamètre de la conduite.

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \alpha * T \quad (\text{V-8})$$

Avec :

$\varepsilon$  : Rugosité de service ;

$\varepsilon_0$  : Rugosité à l'état neuf. ( $\varepsilon_0=10^{-4}$  m pour l'acier) ;

$\alpha$  : Coefficient de vieillissement ;  $\alpha = 3*10^{-5}$  m/ans ;

T : la durée d'utilisation de la conduite (**T=30ans**).

Dans la pratique,  $\varepsilon$  est pris égale :

- $10^{-3}\text{m}$  pour l'acier ;
  - Pour la fonte ductile  $\varepsilon = 0.03 \text{ mm}$  ;
  - Pour le PEHD :
- Si  $D \leq 200 \text{ mm}$  on a  $\varepsilon = 0.01 \text{ mm}$  ;
- Si  $D > 200 \text{ mm}$  on a  $\varepsilon = 0.02 \text{ mm}$

### V.6.4-Nombre de Reynolds

Le nombre de Reynolds exprime l'action des forces de viscosité est une valeur adimensionnelle donnant une idée sur la nature de l'écoulement, elle est donnée par la Formule :

$$\text{Re} = \frac{(V \times D)}{\nu} \text{ Ou bien : } \text{Re} = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} \quad (\text{V-9})$$

Avec :

V : Vitesse moyenne d'écoulement en (m/s) ;

D : Diamètre intérieur de la conduite en (m) ;

$\nu$  : viscosité cinématique de l'eau prise égale à  $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  à  $20^\circ\text{C}$ .

$\rho$  : Masse volumique ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) ;

$\mu$  : viscosité dynamique.

En fonction de la valeur de nombre de **Re**, nous avons la classification suivante :

- **Re < 2 320** : correspond au régime laminaire ;
- **2 320 < Re < 4 000** : correspond au régime transitoire ;
- **Re > 4 000** : correspond au régime turbulent.

### V.6.5-Pertes de charges singulières

Indépendamment de la perte de charge due aux frottements le long des éléments rectilignes d'une canalisation, il se produit des pertes de charges accidentelles dues aux diverses singularités qui peuvent être placées le long de la canalisation tels que les coudes, les élargissements et rétrécissement brusques ou progressifs, les branchements et dériviatives et enfin les robinets-vannes. Ces pertes de charges, notées (**JS**), représentent **15%** des pertes de charges linéaires. Soit :

$$\text{JS} = 0.15 * \text{JL} \quad (\text{V-10})$$

**V.6.6-Pertes de charge Totales**

La perte de charge totale "**Jt**" le long de la conduite est la somme des pertes de charge linéaires et singulières :

$$\mathbf{Jt = Jl + Js = Jl + 15\% Jl} \quad \mathbf{(V-11)}$$

$$\mathbf{Jt = 1,15 Jl} \quad \mathbf{(V-12)}$$

Finalement on aura :

$$\mathbf{Jt = 1,15 \cdot \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{Vm^2}{2g}} \quad \mathbf{(V-13)}$$

**V.6.7-Calcul de la hauteur manométrique Totale (Hmt)**

La hauteur manométrique totale présente la somme de la hauteur géométrique (**Hg**) et la perte de charge (**Jt**) le long de la conduite [2].

Elle est donnée par la formule suivante :

$$\mathbf{Hmt = Hg + Jt} \quad \mathbf{(V-14)}$$

Avec :

**Htm** : Hauteur manométrique Totale (m) ;

**Hg** : Hauteur géométrique (m) ;

**Jt** : perte de charge totale (m).

**V.6.8-Calcul de la puissance absorbée par la pompe**

La puissance « **P** » représente le travail effectué par la pompe pour élever un débit « **Q** » à la hauteur manométrique totale (**Hmt**) pendant une unité de temps. Elle est donnée par la formule suivant :

$$\mathbf{Pabs = \frac{g \cdot Q \cdot Hmt}{\eta}} \quad \mathbf{(V-15)}$$

Avec :

**Pabs** : Puissance total en KWh ;

**g** : accélération de la pesanteur ;

**Q** : débit refoulé par la pompe en m<sup>3</sup>/s ;

**Hmt** : hauteur manométrique totale ;

**η**: Rendement de la pompe.

**V.6.9-Calcul de l'énergie consommée par la pompe**

L'énergie consommée annuellement par la pompe est donnée par la formule suivante :

$$E = P \times t \times 365 \quad (\text{V-16})$$

Avec :

**E** : énergie consommée par la pompe en (KWh /an) ;

**P** : Puissance absorbée par la pompe (KWh) ;

**t** : nombre d'heure de pompage (dans notre projet d'étude **t=21heures**).

**V.6.10-Coût d'énergie et frais d'exploitation**

$$F_{exp} = E \times \acute{e} \quad (\text{V-17})$$

Avec :

- E : Energie consommée par la pompe (KWh) ;

-  $\acute{e}$  : Prix unitaire du kWh, fixé par la SONELGAZ (4,67DA)

**V.6.11-Evaluation des frais d'amortissement**

Les frais d'amortissement (**Fa**) sont égaux au prix de revient total de la conduite (**P**) multiplié par le coefficient d'annuité d'amortissement (**A**).

$$Fa = Puc. L. A \quad (\text{V-18})$$

Avec :

**Puc** : prix par mètre linéaire de la conduite, compte tenu de la pause, fourniture et terrassement (DA) ;

**A** : coefficient d'annuité est calculé par la formule suivante :

$$A = \frac{i}{[(i+1)^n]-1} + i \quad (\text{V-19})$$

Où :

**i** : taux d'annuité adopté égale à **8%** ;

**n** : nombre d'années d'amortissement.

Donc :

$$A = \frac{0,08}{[(0,08 + 1)^{25}] - 1} + 0,08 = 0,0937$$

**V.6.12- Calcul du bilan**

C'est la somme des frais d'exploitation et d'amortissement :

$$BL = F_{exp} + F_{am} \quad (\text{V-20})$$

**V.6.13-Calcul des conduites gravitaire**

Pour le calcul des conduites gravitaire, quatre paramètres interviennent :

- ✓ Le débit (Q) ;
- ✓ La vitesse (V) ;
- ✓ Les pertes de charges (J) ;
- ✓ Le diamètre (D) ;

Le principe du dimensionnement d'une adduction gravitaire consiste à trouver le diamètre qui permet la dissipation de toute la charge disponible (Hd) avec une vitesse acceptable.

$$H_t \leq H_d$$

**V.6.14- Prix et diamètre des conduites :**

Le prix des conduites est pris en tenant compte des coûts de transport et de pose des conduites par mètre linéaire.

- Prix et diamètres des conduites en Acier (voir annexe 7).

**V.7.1-Détermination du diamètre économique de la conduite de refoulement reliant les deux forages et la SR1 Ait Zekhnin**

**A / Caractéristique du transfert :**

- Côte du projet départ : CR = 190 m
- Côte du réservoir de Ait Zekhnin : CTP = 367 m.
- Longueur de la conduite : L = 2251 m
- Débit de transfert : Q = 0,0037m<sup>3</sup>/s
- Hauteur géométrique : Hg = 177m

**B/ Calcul des pertes de charges totales :**

<b>D(m)</b>	<b>Q (m3/s)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>ε</b>	<b>Re</b>	<b>λ</b>	<b>L(m)</b>	<b>Jl (m)</b>	<b>Js (m)</b>	<b>Jt (m)</b>	<b>Hmt (m)</b>
0,06	0,0037	1,309	0,001	78556,2633	0,0189	2251	21,462	3,219	24,681	201,681
0,08	0,0037	0,742	0,001	59394,90	0,0203	2251	9,868	1,480	11,348	188,348
0,1	0,0037	0,475	0,001	47515,92	0,0214	2251	5,342	0,801	6,144	183,144

**Tableau (V.1) :** Calcul de JL de tronçon forages-Ait Zekhnin

**N-B :** Le diamètre de DN = 100 mm ne fait pas l'objet de calcul économique car il ne vérifie pas la condition de la vitesse de l'écoulement :  $0,5 \text{ m/s} \leq V \leq 1,5 \text{ m/s}$ .

**C/ calcul des frais d'exploitation :**

DN (m)	P (kw)	E (KWh)	(DA/KWh)	Fexp (DA)
0,06	9,83969676	75421,2757	4,67	352217,357
0,08	9,18919831	70435,2051	4,67	328932,408

**Tableau (V.2):** Calcul des frais d'exploitation

**D/calcul des frais d'amortissement :**

DN (m)	PRIX(DA)	L(m)	A	Famo (DA)
0,06	1200	2251	0,0937	253102,44
0,08	1400	2251	0,0937	295286,18

**Tableau (V.3):** Calcul des frais d'amortissement

**E/ calcul de bilan annuel :**

DN (m)	Fexp(DA)	Fam(DA)	Bilan (DA)
0,06	352217,357	253102,44	605319,797
0,08	328932,408	295286,18	624218,588

**Tableau (V.4) :** Calcul de bilan annuel

**F/ Conclusion :**

Le diamètre économique de la conduite de refoulement reliant les forages la station de reprise Ait Zekhnin, est le **DN = 60 mm**, avec une vitesse de **1,309 m/s**.

**V.7.2-Détermination du diamètre économique de la conduite de refoulement reliant la SR1 la SR2**

**A / Caractéristique du transfert :**

- Côte du SR1 : CR = 367 m NGA
- Côte du réservoir de Ait Zellal : CTP = 511,35 m NGA.
- Longueur de la conduite : L = 3698m
- Débit de transfert : Q = 0,02289 m<sup>3</sup>/s
- Hauteur géométrique : Hg= 144,35 m

**B/ Calcul des pertes de charges totales :**

D(m)	Q (m3/s)	V (m/s)	ε	Re	λ	L(m)	Jl (m)	Js (m)	Jt (m)	Hmt(m)
0,15	0,0229	1,296	0,001	194394,904	0,0181	3698	82,790	12,419	95,209	239,559
0,2	0,0229	0,729	0,001	145796,18	0,0170	3698	32,712	4,907	37,619	181,969
0,25	0,0229	0,467	0,001	116636,94	0,0162	3698	15,942	2,391	18,333	162,683

**Tableau (V.5) :** Calcul de JL de tronçon SR1- SR2

**N-B :** Le diamètre de DN = 250 mm ne fait pas l'objet de calcul économique car il ne vérifie pas la condition de la vitesse de l'écoulement :  $0,5 \text{ m/s} \leq V \leq 1,5 \text{ m/s}$ .

**C/ calcul des frais d'exploitation :**

DN (m)	P (kw)	E (KWh)	(DA/KWh)	Fexp (DA)
0,15	71,7242737	549766,558	4,67	2567409,82
0,2	54,4817641	417602,722	4,67	1950204,71

**Tableau (V.6) :** Calcul des frais d'exploitation SR1-SR2

**D/ calcul des frais d'amortissement :**

DN (m)	PRIX(DA)	L(m)	A	Famo (DA)
0,15	4800	3698	0,0937	1663212,48
0,2	9000	3698	0,0937	3118523,4

**Tableau (V.7) :** Calcul des frais d'amortissement

**E/ calcul de bilan annuel :**

<b>DN (m)</b>	<b>Fexp(DA)</b>	<b>Fam(DA)</b>	<b>Bilan (DA)</b>
0,15	2567409,82	1663212,48	4230622,3
0,2	1950204,71	3118523,4	5068728,11

**Tableau (V.8) :** Calcul de bilan annuel

**F/ Conclusion**

Le diamètre économique de la conduite de refoulement reliant la SR1 et laSR2 est :

**DN = 150 mm**, avec une vitesse de **1,296 m/s**.

**V.7.3-Détermination du diamètre économique de la conduite de refoulement reliant la station de reprise SR2 et réservoir de distribution**

**A / Caractéristique du transfert :**

- Côte du SR Ilmathen : CR = 511,35 m NGA
- Côte du réservoir de Belghozli : CTP = 583 m NGA.
- Longueur de la conduite : L = 313 m
- Débit de transfert : Q = 0,02289 m<sup>3</sup>/s
- Hauteur géométrique : Hg=71,65

**B/ Calcul des pertes de charges totales :**

<b>D(m)</b>	<b>Q(m3/s)</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>ε</b>	<b>Re</b>	<b>λ</b>	<b>L(m)</b>	<b>Jl (m)</b>	<b>Js (m)</b>	<b>Jt (m)</b>	<b>Hmt(m)</b>
0,15	0,0229	1,296	0,001	194394,904	0,0181	313	7,007	1,051	8,059	79,709
0,2	0,0229	0,729	0,001	145796,18	0,0170	313	2,769	0,415	3,184	74,834
0,25	0,0229	0,467	0,001	116636,94	0,0162	313	1,349	0,202	1,552	73,202

**Tableau (V.9) :** Calcul de JL de tronçon SR2 -RD

**N-B :** Le diamètre de DN = 250 mm ne fait pas l'objet de calcul économique car il ne vérifie pas la condition de la vitesse de l'écoulement :  $0,5 \text{ m/s} \leq V \leq 1,5 \text{ m/s}$ .

**C/ calcul des frais d'exploitation :**

DN (m)	P (kw)	E (KWh)	(DA/KWh)	Fexp (DA)
0,15	23,8648292	182923,916	4,67	854254,686
0,2	22,4054172	171737,523	4,67	802014,232

**Tableau (V.10) :** Calcul des frais d'exploitation SR2 -RD

**D/ calcul des frais d'amortissement :**

DN (m)	PRIX(DA)	L(m)	A	Famo (DA)
0,15	4800	313	0,0937	140774,88
0,2	9000	313	0,0937	263952,9

**Tableau (V.11) :** Calcul des frais d'amortissement

**E/ calcul de bilan annuel :**

DN (m)	Fexp(DA)	Fam(DA)	Bilan (DA)
0,15	854254,686	55723,39	909978,076
0,2	802014,232	64521,82	866536,052

**Tableau (V.12) :** Calcul de bilan annuel

**F/ Conclusion :**

Le diamètre économique de la conduite de refoulement reliant la SR2 et le réservoir de distribution est : DN = **200 mm**, avec une vitesse de **0,729 m/s**.

**V.8- Conclusion**

A travers ce chapitre consacré à l'adduction, nous présumons avoir touché aux grands axes de l'étude technique, nous avons calculé les différents paramètres, à savoir, la vitesse d'écoulement, les pertes de charge, l'énergie consommée, ainsi que les frais d'exploitations. Par conséquent, après cette étude technico économique pour l'adduction, il est nécessaire de choisir les pompes qui doivent répondre aux conditions d'exploitations désirées. Dans le chapitre qui va suivre, on fera une étude détaillée pour le choix des pompes pour chaque station de pompage.

## **VI.1-Introduction**

Dans ce présent projet, on considère les pompes centrifuges et cela à cause de leur développement qui a été rapide grâce aux progrès réalisés dans l'emploi de la force motrice électrique. Accouplées aux moteurs électriques, elles constituent des groupes légers peu encombrants, peu coûteux et d'un très bon rendement. Elles sont à axes horizontaux ou verticaux, monocellulaires ou multicellulaire.

## **VI.2-Classification des pompes**

Toutes les pompes sont divisées en deux classes principales et cela selon le mode de fonctionnement [5] :

- Les pompes volumétriques ;
- Les turbos-pompes.

### **VI.2.1-Les pompes volumétriques**

L'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le liquide. Elles sont surtout destinées au pompage des fluides visqueux, qu'elles élèvent à de faibles débits à des pressions élevées. On distingue les pompes alternatives (à piston, à diaphragme, etc. ...) et des pompes rotatives (à vis, à engrenage, à palettes hélicoïdales, péristaltiques, etc. ...).

### **VI.2.2- Les turbos-pompes**

Le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge. Ce sont les plus employées. On distingue :

- **Les pompes centrifuges** : hauteur d'élévation très importante.
- **Les pompes hélices** : débit important et hauteur d'élévation faible.
- **Les pompes hélico-centrifuges** : débit moyen, hauteur d'élévation allant jusqu'à 25-30m.

## **VI.3-Choix de la pompe [4]**

Le débit souhaité ainsi que sa hauteur manométrique correspondante, le rendement de la pompe et le temps mis par la pompe pour élever un certain volume d'eau sont rapportés sur les courbes caractéristiques de différentes pompes possibles (données par le constructeur).

Ces caractéristiques permettent de choisir le type de pompe convenable. Un grand intérêt est porté sur le choix d'une pompe susceptible de fonctionner dans la zone de son rendement maximal conduisant au coût le plus faible du mètre cube d'eau à élever.

## **VI.4-Caractéristiques hydrauliques d'une pompe centrifuge [4]**

### **VI.4.1-Vitesse de rotation**

C'est le nombre de tours qu'effectue la pompe par unité de temps, noté par  $N$ , son unité de mesure est (tr/mn).

### **VI.4.2-Le débit d'une pompe**

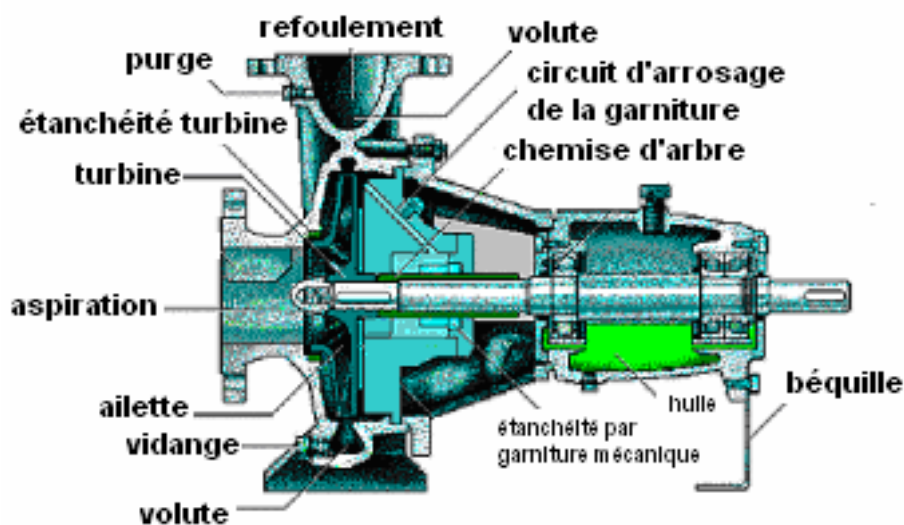
C'est le volume que la pompe doit fournir par unité de temps

### **VI.4.3-La hauteur manométrique totale (HMT)**

La hauteur manométrique totale est la somme des termes suivants :

#### **a- La hauteur géométrique de refoulement ( $H_r$ )**

C'est la distance entre le point le plus haut à atteindre et l'axe horizontal de la pompe, pour un groupe électropompe vertical elle représente la distance séparant le point le plus haut et le plan de la première roue. Elle est toujours positive Pour un groupe électropompe horizontal.



**Figure (VI.1) : Schéma et les composants d'une pompe centrifuge**

**b- La hauteur géométrique d'aspiration (Ha)**

C'est la distance séparant l'axe de la pompe du plan de pompage pour un groupe électropompe horizontal, pour un groupe vertical elle représente la distance qui sépare le plan de la première roue (pompe multicellulaire) et le plan de pompage.

Elle est négative pour une aspiration en dépression et positive pour une aspiration en charge.

**c- Pertes de charges**

La pompe devra composer les dissipations d'énergie dans les conduites tant d'aspiration que de refoulement, elles sont évaluées en hauteur d'eau exprimée en mètre,

$$\text{HMT} = \text{Hr} + \text{Ha} + \text{Jr} \quad (\text{VI.1})$$

**VI.5-Les puissances utiles et absorbées****VI.5.1-Puissance absorbée par la pompe**

C'est la puissance disponible au niveau de l'arbre d'entraînement de la roue de la pompe notée par ( $P_a$ ), unité de mesure (KW)

**VI.5.2-Puissance hydraulique (utile)**

C'est la puissance transmise au fluide de la pompe.

$$P_u = g Q H \quad (\text{VI.2})$$

**VI.6-Le rendement de la pompe**

C'est le rapport de la puissance utile ( $P_u$ ) à la puissance absorbée de la pompe

$$\eta_p = P_u / p_a = gQH / p_a \quad (\text{VI.3})$$

Avec :

- $p_a$  : Puissance absorbée en (KW).
- $p_u$  : Puissance utile.
- $\eta_p$  : Rendement de la pompe.
- H : Hauteur d'élévation en (m).

### VI.7-Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge

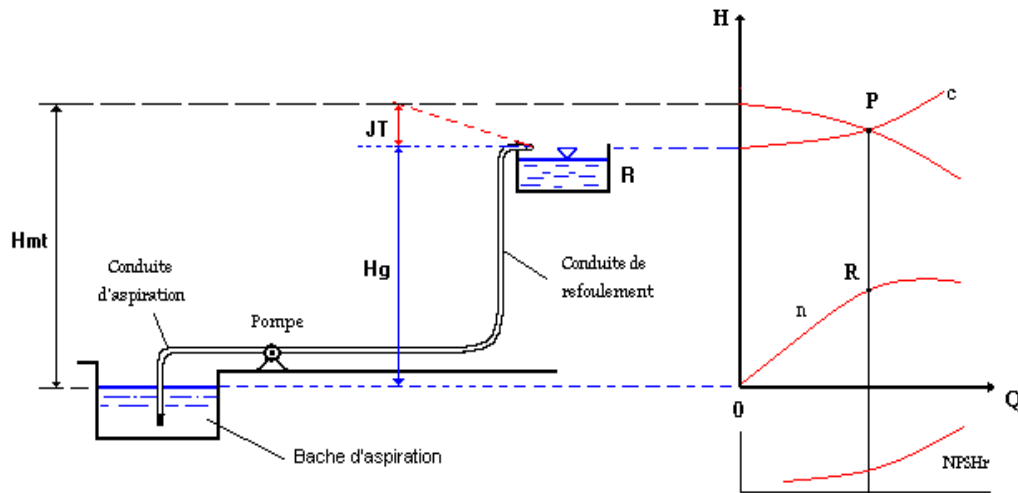


Figure (VI.2) : Schéma d'un dispositif de pompage.

#### VI.7.1-La courbe hauteur- débit ( $H = f(Q)$ )

La caractéristique ( $H = f(Q)$ ) à vitesse constante, et donc représentée par une parabole qui coupe l'axe des hauteurs en un point A, dont l'ordonnée (OA) correspond à la hauteur à débit nul où (hauteur de barbotage).

#### VI.7.2-La courbe puissance- débit ( $P = f(Q)$ )

La caractéristique ( $P = f(Q)$ ), est une parabole qui représente la puissance de débit à vitesse (N) à fournir à l'arbre de la pompe en fonction.

#### VI.7.3-La courbe rendement- débit ( $\eta = f(Q)$ )

La caractéristique ( $\eta = f(Q)$ ) est une courbe qui exprime les variations des débits en fonction du rendement, Elle présente un maximum pour une certaine valeur du débit, et passe par l'origine. Le point d'intersection de la courbe « débit- hauteur » avec l'axe des coordonnées s'appelle le point de barbotage ou point à vanne fermée.

### VI.8- Point de fonctionnement de la pompe

Le point de fonctionnement d'une pompe est donné par l'intersection de la courbe caractéristique de la pompe  $Q=f(H)$  et la caractéristique de la conduite  $Q=f(\Delta H)$ .

**VI.8.1-Recherche de la réalisation du point de fonctionnement désiré**

Il est rare ou l'on trouve que les caractéristiques de la pompe coïncident avec les Caractéristiques hydraulique du projet, c'est pourquoi il est parfois nécessaire d'adapter la pompe au projet par les différentes méthodes tel que ; la réduction du temps de pompage, régulation par étouffement (vannage), le rognage de la roue de la pompe ou bien en appropriant la vitesse de rotation.

**❖ 1ère variante : réduction ou augmentation du temps de pompage**

On garde la courbe  $H=f(Q)$  telle qu'elle, le débit  $Q$  sera plus grand que le débit désiré ; pour cela, nous sommes tenus de faire diminué le temps de pompage tout en conservant le volume d'eau constant.

Le volume d'eau entrant dans le réservoir pendant un temps 20 heures est de :

$$V \text{ (m3)} = 20 \times Q_1 \quad \text{(VI.4)}$$

Ce même volume sera obtenu par le refoulement d'un débit  $Q_1$  pendant un temps  $T_1$ .  
Donc on peut écrire :

$$V = T_1 \times Q = 20 \times Q_1 \quad \text{(VI.5)}$$

D'où :

$$T_1 = 20 \times \frac{Q_1}{Q} \quad \text{(VI.6)}$$

La puissance absorbée dans ce cas sera :

$$P = \frac{g Q H}{\eta} \quad \text{(VI.7)}$$

**❖ 2ème variante : régulation par étouffement (vannage)**

Elle consiste à vanner au refoulement pour créer une perte de charge afin d'obtenir le débit désiré  $Q_2$ .

La puissance absorbée sera :

$$P = \frac{g Q_1 H'}{\eta} \quad (\text{VI.8})$$

Avec :

$$H' = H_1 + h \quad (\text{VI.9})$$

-h : perte de charge engendrée par vannage en (m) elle représente la distance entre le point de travail désiré et l'intersection de la verticale passant par le même point avec la caractéristique de la pompe.

- $\eta$  : rendement correspondant au point de travail désiré P2 (Q1, H1)

### ❖ 3ème variante : le rognage de la roue de la pompe

Le rognage s'effectue en gardant la même vitesse de rotation N, et cela, en traçant une droite par l'origine et par le point P1 ; celle-ci coupe la courbe caractéristique de la pompe au point

P2 (Q2, H2) avant le rognage qui est le point homologue du point désiré. On aura alors :

$$Q = \left(\frac{Q}{Q_2}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{H}{H_2}\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{D}{D_1} \quad (\text{VI.10})$$

Avec :

- m : Coefficient de rognage

- D et D1 sont respectivement les diamètres de la roue avant et après le rognage.

- r : Pourcentage de rognage :  $r = 1 - m$  (%) (VI.11)

La puissance absorbée sera :

$$P = \frac{g Q_1 H}{\eta_1} \quad (\text{KW}) \quad (\text{VI.12})$$

### Inconvénient :

- Très difficile à réaliser le rognage de la roue, elle demande une très grande précision.

❖ 4ème variante : Variation de la vitesse de rotation

Dans ce cas, on fait varier la vitesse de rotation, sa diminution entrainera la diminution du débit et également la puissance absorbée.

On trace la parabole d'équation  $y = ax^2$  (courbe d'iso-rendement) qui contient le point homologue qui passe par P1 dans la figure (V.11) et qui coupe la courbe caractéristique de la pompe au point P3 (Q3, H3), on aura alors :

La nouvelle vitesse de rotation est :

$$N' = N \times \frac{Q_1}{Q_3} \text{ (Tr/min)} \quad \text{(VI.13)}$$

Et la puissance absorbée par la pompe sera :

$$P = \frac{g Q_1 H_1}{\eta_1} \text{ (KW)} \quad \text{(VI.14)}$$

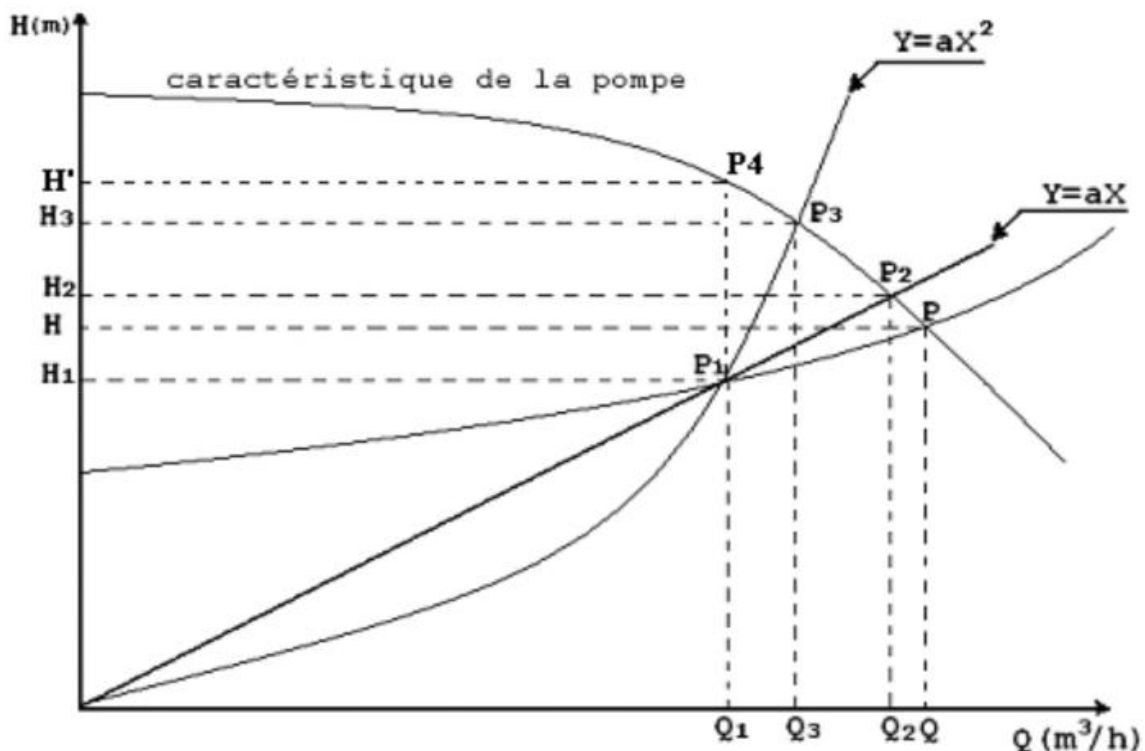


Figure (VI.3) : Recherche de la réalisation du point de fonctionnement désiré.

**VI.9-Etude de la cavitation [2]**

Le phénomène de cavitation se manifeste lorsque la pression absolue de l'eau qui décroît au niveau de la bride d'aspiration jusqu'à un certain point. A l'intérieur de la vanne atteint à ce

Point la valeur de la tension de vapeur par la température de l'eau. La cavitation est occasionnée par un dégagement intense des gaz ou des vapeurs dans le liquide en écoulement dans ce cas l'homogénéité du liquide est détruite, il se produit des chocs vibrants accompagnés de diminution brutale de la hauteur créée et du rendement. Pour éviter tout risque de la cavitation, la condition suivante doit être respectée:

$$(NPSH)_d > (NPSH)_r$$

Avec :

-(NPSH)<sub>d</sub> : Charge nette d'aspiration disponible

-(NPSH)<sub>r</sub> : Charge nette d'aspiration requise



**Figure (VI.4) :** photo illustrant le phénomène de cavitation sur des aubes d'une pompe centrifuge

❖ **Pour l'alimentation en charge**

$$(NPSH)_d = \frac{P_0}{\rho} + H_a - (J_a + T_v) \quad \text{(VI.15)}$$

Donc la  $(NPSH)_d$  s'identifie à la caractéristique de la conduite d'aspiration.

❖ Pour l'alimentation en dépression :

$$(NPSH)_d = \frac{P_0}{\rho \times g} - H_a - (J_{asp} + T_v) \quad (VI.16)$$

$\frac{P_0}{\rho \times g}$ : Pression en mètre colonne d'eau au plan d'aspiration (m)

$H_a$ : Hauteur d'aspiration (m)

$J_a$  : Perte de charge à l'aspiration (m)

$T_v$ : Tension de vapeur (m)

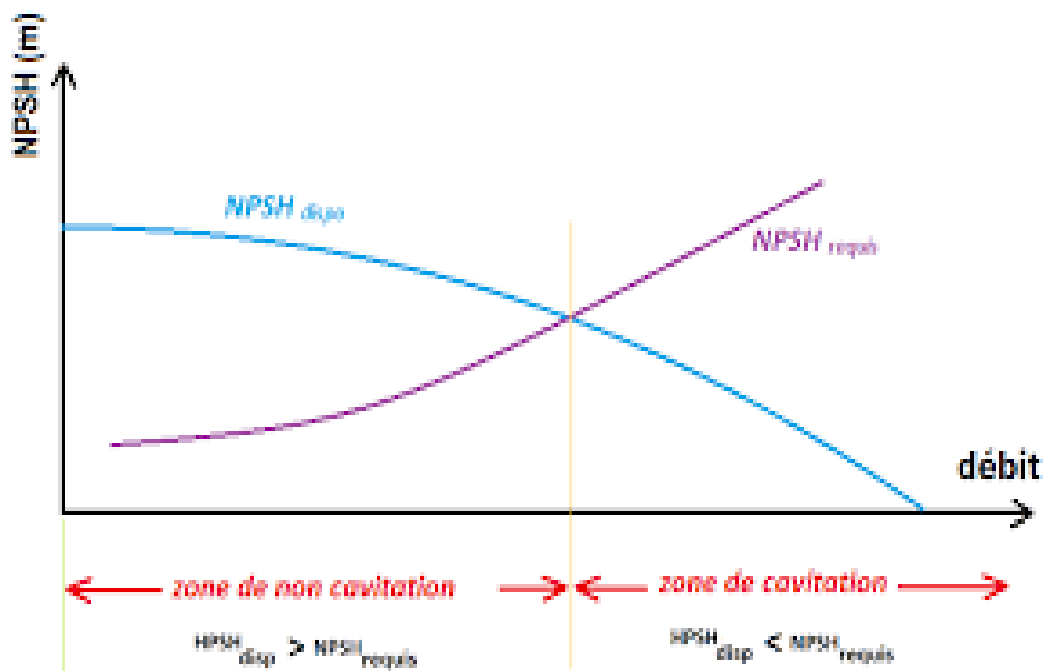


Figure (VI.5) : Courbe des NPSH

## VI.10-Choix du type des pompes pour les différentes stations de pompage

### VI.10.1- Forage

⇒ Forage AZ3

➤ Caractéristiques du tronçon

- Le débit véhiculé :  $Q = 0.00225 \text{ m}^3/\text{s}$
- La hauteur géométrique :  $H_g = 177 \text{ m}$
- La hauteur manométrique totale :  $H_{mt} = 201,681 \text{ m}$

➤ **Caractéristiques de la pompe :**

D’après le catalogue CAPRARI, on opte pour un groupe électropompe immergé de type (E6XD30/21) dont les caractéristiques sont comme suit (Voir annexe (3)) :

N = 2810 tr/min

-  $\eta = 72.6 \%$

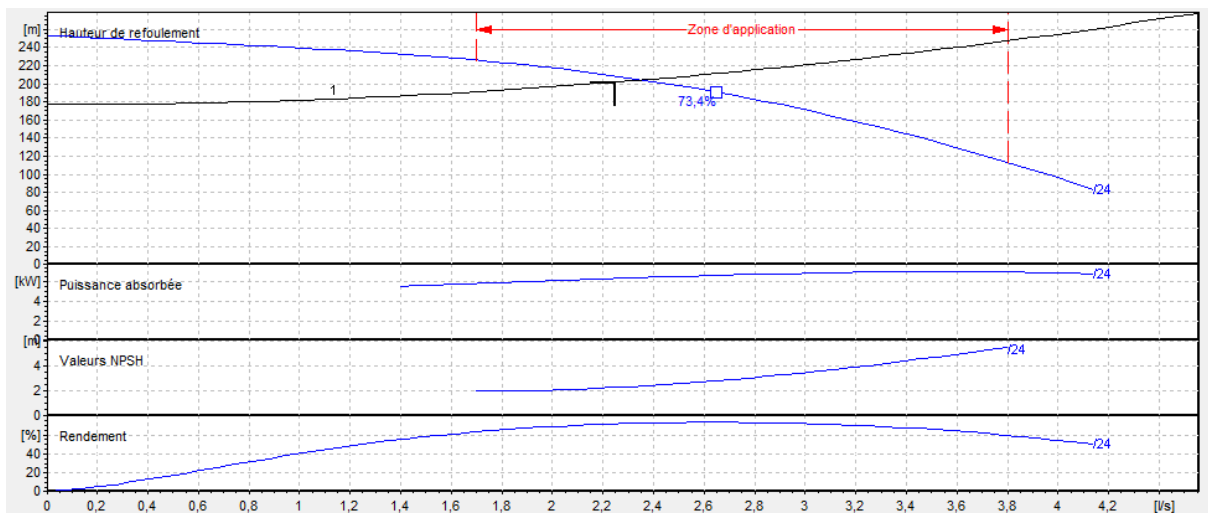
- P = 6.45 KW

- NPSHr = 2.43 m

- Le point de fonctionnement P (2,36 l/s, 204 m)

- Le point désiré P1 (2,25 l/s, 201,681 m)

Le point de fonctionnement ne coïncide pas avec le point désiré, (Voir la figureVI.6) :



**Figure (VI.6) : Courbes caractéristiques de la pompe AZ3**

❖ **Réalisation du point de fonctionnement**

**1-Réduction du temps de pompage**

$$T1 \times Q1 = T \times Q$$

$$D'où : T = 21 \times \frac{2,25}{2,36} = 20,02 \text{ h}$$

La puissance absorbée sera :

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,00225 \times 204}{0,726} = 6,202 \text{ KW}$$

- Les frais d'exploitation seront :

$$F_{\text{exp}} = 6,202 \times 20,02 \times 365 \times 4,67$$

$$\mathbf{F_{\text{exp}} = 211643,8144 \text{ DA}}$$

## 2- Le vannage

La perte de charge créée par la vanne d'étouffement égale à :

$$h = H^2 - H1 = 209 - 201,681 = 7,319 \text{ m}$$

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,00225 \times 209}{0,718} = 6,425 \text{ KW}$$

D'où : P= 6,425 KW

- Les frais d'exploitation seront :

$$F_{\text{exp}} = 6,425 \times 21 \times 365 \times 4,67$$

$$\mathbf{F_{\text{exp}} = 229986,4088 \text{ DA}}$$

## 3- Variation de la vitesse de rotation

La nouvelle vitesse de rotation de la pompe s'écrit comme suit :

$$N' = N \times \frac{Q1}{Q2} \text{ (tr/mn)}$$

L'équation de la courbe iso rendement s'écrit :

$$H2 = \frac{H1}{(Q1)^2} \times (Q2)^2$$

$$H2 = \frac{201,681}{(2,25)^2} \times (Q2)^2$$

$$H2 = 39,84 \times (Q2)^2$$

Q	0,5	1	1,5	2	2,5
$H= a \times (Q^2)^2$	9,96	39,84	89,64	159,36	249
$H_p$	247	240	231	217	198

Tableau (VI.1) : Les points de la courbe caractéristique de la pompe AZ3

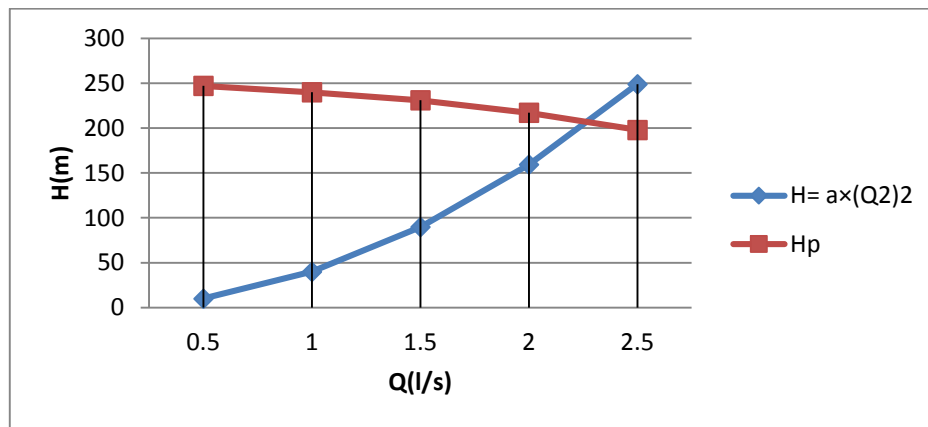


Figure (VI. 7) : La caractéristique du point de fonctionnement pour la pompe AZ3

La courbe iso-rendement coupe la caractéristique de la pompe au point A (Q3, H3). Les coordonnées du point A sont (2,3 l/s ; 204 m) voir figure (VI.7).

D'où :

$$N' = 2810 \times \frac{2,25}{2,3} = 2748.91 \text{ (tr/mn)}$$

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,00225 \times 201,681}{0,726} = 6,13 \text{ KW}$$

$$F_{exp} = 6,13 \times 21 \times 365 \times 4,67$$

$$F_{exp} = 219426,72 \text{ DA}$$

**Remarque :**

Notre choix se portera sur la première variante qui présente une meilleure économie.

❖ **Vérification de la cavitation**

Par mesure de sécurité, les pompes immergées sont toujours placées à **0.5 m** au-dessous du niveau dynamique, donc la non cavitation est vérifiée.

⇒ **Forage AZ8**

➤ **Caractéristiques du tronçon**

- Le débit véhiculé :  $Q = 0.00147 \text{ m}^3/\text{s}$
- La hauteur géométrique :  $H_g = 177 \text{ m}$
- La hauteur manométrique totale :  $H_{mt} = 201.681 \text{ m}$

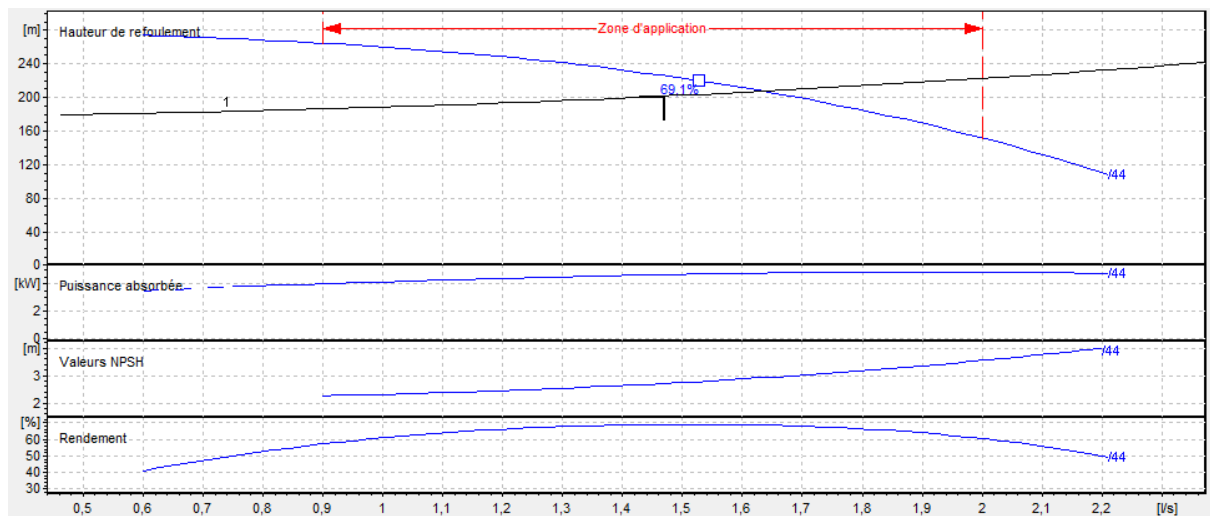
➤ **Caractéristiques de la pompe :**

D'après le catalogue CAPRARI, on opte pour un groupe électropompe immergé de type (E4XP35/36) dont les caractéristiques sont comme suit (Voir annexe (4)) :

$N = 2820 \text{ tr/min}$

- $\eta = 68.7 \%$
- $P = 4.78 \text{ KW}$
- $NPSH_r = 2.92 \text{ m}$
- Le point de fonctionnement P ( $1,63 \text{ l/s}$ ,  $207 \text{ m}$ )
- Le point désiré P1 ( $1,47 \text{ l/s}$ ,  $201,681 \text{ m}$ )

Le point de fonctionnement coïncide avec le point désiré, (Voir la figure VI.8) :



**Figure (VI.8) :** Courbes caractéristiques de la pompe AZ8

## ❖ Réalisation du point de fonctionnement

## 1-Réduction du temps de pompage

$$T1 \times Q1 = T \times Q$$

$$D'où : T = 21 \times \frac{1,47}{1,63} = 18,94 \text{ h}$$

La puissance absorbée sera :

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,00147 \times 207}{0,687} = 4,345 \text{ KW}$$

- Les frais d'exploitation seront :

$$F_{exp} = 4,345 \times 18,94 \times 365 \times 4,67$$

$$\mathbf{F_{exp} = 140274,7491 \text{ DA}}$$

## 2- Le vannage

La perte de charge créée par la vanne d'étouffement égale à :

$$h = H' - H1 = 226 - 201,681 = 24,319 \text{ m}$$

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,00147 \times 226}{0,691} = 4,716 \text{ KW}$$

$$D'où : P = 4,716 \text{ KW}$$

- Les frais d'exploitation seront :

$$F_{exp} = 4,716 \times 21 \times 365 \times 4,67$$

$$\mathbf{F_{exp} = 168811,813 \text{ DA}}$$

## 3- Variation de la vitesse de rotation

La nouvelle vitesse de rotation de la pompe s'écrit comme suit :

$$N' = N \times \frac{Q1}{Q2} \text{ (tr/mn)}$$

L'équation de la courbe iso rendement s'écrit :

$$H2 = \frac{H1}{(Q1)^2} \times (Q2)^2$$

$$H_2 = \frac{201,681}{(1,47)^2} \times (Q_2)^2$$

$$H_2 = 93,33 \times (Q_2)^2$$

Q	0,5	1	1,5	2	2,2
H= a×(Q <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	23,33	93,33	209,99	373,32	583,31
Hp	278	260	223	152	110

Tableau (VI.2) : Les points de la courbe caractéristique de la pompe AZ8

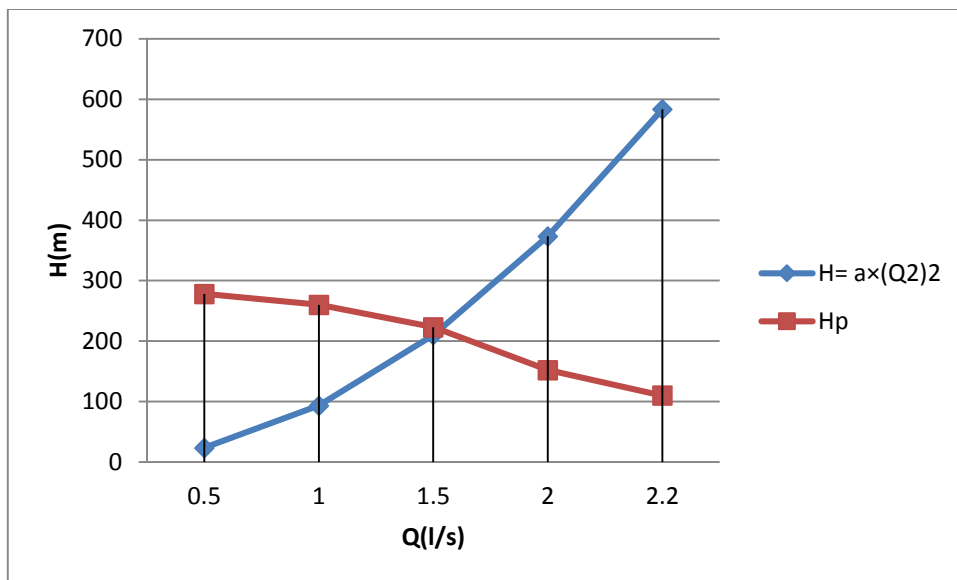


Figure (VI. 9) : La caractéristique du point de fonctionnement pour la pompe AZ8

La courbe iso-rendement coupe la caractéristique de la pompe au point A (Q3, H3).  
 Les coordonnées du point A sont (1,55 l/s ; 205 m) voir figure (VI.9).

D'où :

$$N' = 2820 \times \frac{1,47}{1,55} = 2674.45 \text{ (tr/mn)}$$

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,00147 \times 201,681}{0,687} = 4,23 \text{ KW}$$

$$F_{exp} = 4,23 \times 21 \times 365 \times 4,67$$

$$F_{exp} = 151415,1765 \text{ DA}$$

**Remarque :**

Notre choix se portera sur la première variante qui présente une meilleure économie.

**❖ Vérification de la cavitation**

Par mesure de sécurité, les pompes immergées sont toujours placées à **0.5 m** au-dessous du niveau dynamique, donc la non cavitation est vérifié.

**VI.10.2-Station de reprise SR1****➤ Caractéristiques du tronçon :**

- Le débit véhiculer :  $Q = 0.02289 \text{ m}^3/\text{s}$
- La hauteur géométrique :  $H_g = 144,35 \text{ m}$
- La hauteur manométrique totale :  $H_{mt} = 239.559 \text{ m}$

**➤ Caractéristiques de la pompe :**

D'après le catalogue CAPRARI, on opte pour une pompe à axe horizontal multicellulaire (PM80) dont les caractéristiques sont les suivantes (Voir annexe (5)) :

- $N = 2960 \text{ tr}/\text{min}$
- $\eta = 75.2 \%$
- $P = 75.8 \text{ KW}$
- $NPSH_r = 3.53 \text{ m}$
- Le point de fonctionnement : P ( $Q_1 = 23,7 \text{ l/s}$ ,  $H_1 = 246 \text{ m}$ ),
- Le point désiré P2 : ( $Q_1 = 22,89 \text{ l/s}$ ,  $H_1 = 239,559 \text{ m}$ ),

Le point de fonctionnement ne coïncide pas avec le point désiré, d'où, nous allons le réaliser (Voir la figure VI.10) :

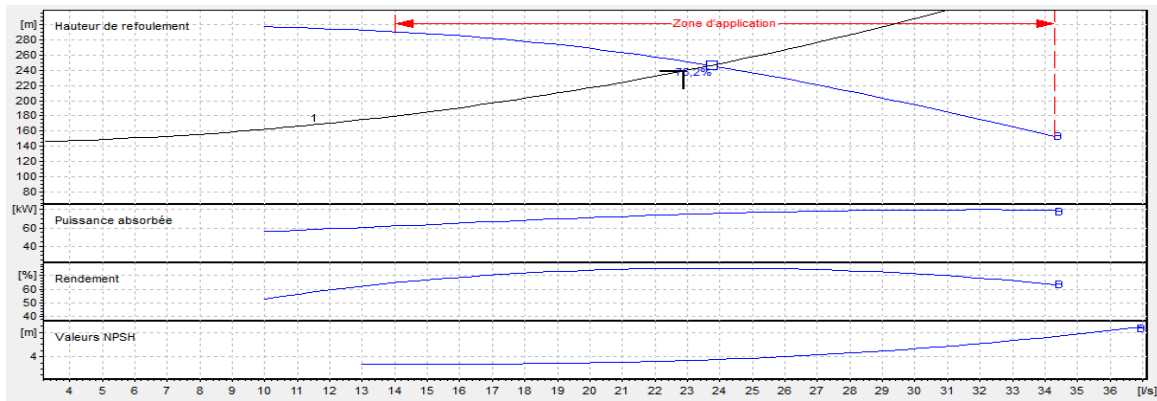


Figure (VI.10) : Courbes caractéristiques de la pompe SR1

❖ Réalisation du point de fonctionnement

1-Réduction du temps de pompage

$$T1 \times Q1 = T \times Q$$

$$D'où : T = 21 \times \frac{22,89}{23,7} = 20,28 \text{ h}$$

La puissance absorbée sera :

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,0237 \times 246}{0,752} = 76,05 \text{ KW}$$

- Les frais d'exploitation seront :

$$F_{exp} = 76,05 \times 20,28 \times 365 \times 4,67$$

$$\mathbf{F_{exp} = 2628917,238 \text{ DA}}$$

2- Le vannage

La perte de charge créée par la vanne d'étouffement égale à :

$$h = H^2 - H1 = 252 - 240 = 12 \text{ m}$$

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,02289 \times 252}{0,752} = 75,24 \text{ KW}$$

D'où : P= 75,24 KW

- Les frais d'exploitation seront :

$$F_{exp} = 75,24 \times 21 \times 365 \times 4,67$$

$$\mathbf{F_{exp} = 2693257,182 \text{ DA}}$$

**3-Rognage de la roue**

Dans le cas des pompes centrifuges multicellulaires, cette solution n'est pas commode, en raison du nombre de cellules qu'il faut rogner

**4- Variation de la vitesse de rotation**

La nouvelle vitesse de rotation de la pompe s'écrit comme suit :

$$N' = N \times \frac{Q1}{Q2} \text{ (tr/mn)}$$

L'équation de la courbe iso rendement s'écrit :

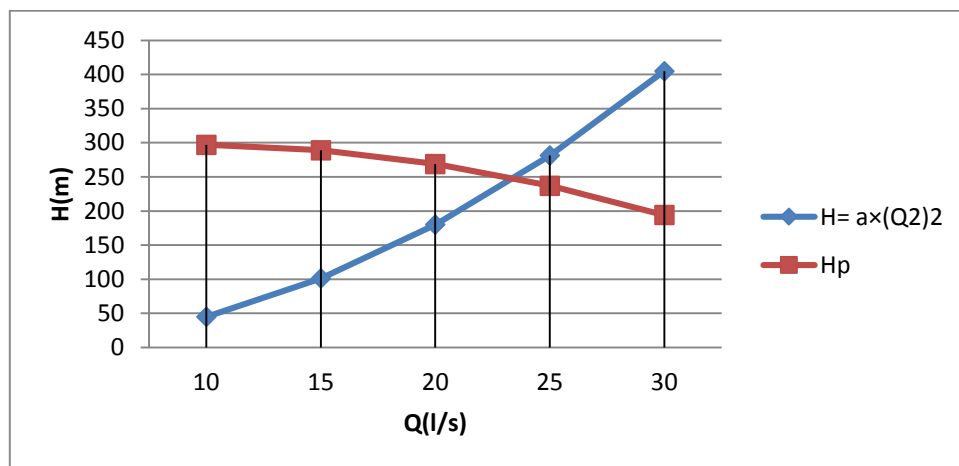
$$H2 = \frac{H1}{(Q1)^2} \times (Q2)^2$$

$$H2 = \frac{239,559}{(22,89)^2} \times (Q2)^2$$

$$H2 = 0,45 \times (Q2)^2$$

Q	10	15	20	25	30
H= a×(Q2) <sup>2</sup>	45	101,25	180	281,25	405
Hp	297	289	269	237	194

**Tableau (VI.3) :** Les points de la courbe caractéristique de la pompe SR1



**Figure (VI. 11) :** La caractéristique du point de fonctionnement pour la pompe SR1

La courbe iso-rendement coupe la caractéristique de la pompe au point A (Q3, H3).  
Les coordonnées du point A sont (23,5 l/s ; 248 m) voir figure (VI.11).

D'où :

$$N' = 2960 \times \frac{22,89}{23,5} = 2883.16 \text{ (tr/mn)}$$

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,02289 \times 239,559}{0,752} = 71,53 \text{ KW}$$

$$F_{exp} = 71,53 \times 21 \times 365 \times 4,67$$

$$\mathbf{F_{exp} = 2560455 ,692 \text{ DA}}$$

### Remarque

Notre choix se portera sur la quatrième variante qui présente une meilleure économie.

#### ❖ Vérification de la cavitation

##### ✓ Etude de la cavitation

- La cote du plan d'aspiration :  $C_a = 367\text{m}$  ;
- Hauteur d'aspiration :  $H_a = 1 \text{ m}$  ;
- Perte de charge d'aspiration :  $J_{asp} = 0$  (négligeable) ;
- (NPSH)<sub>r</sub> = 3,53 m.

Calcul de la pression à la cote d'aspiration

$$P_0 = 10,33 - (0,0012 \times C_a) = 10,33 - (0,0012 \times 367) = 9,89 \text{ m}$$

$$(\text{NPSH})_d = \frac{P_0}{\rho \times g} + H_a - (J_{asp} + T_v)$$

$$(\text{NPSH})_d = 9,89 + 1 - (0 + 0,24) = 10,65\text{m}$$

$$\text{On a: } (\text{NPSH})_d > (\text{NPSH})_r$$

D'où : **la pompe ne Cavite pas**

### VI.10.3- Station de reprise SR2

➤ Caractéristiques du tronçon :

- Le débit véhiculer :  $Q = 0.02289 \text{ m}^3/\text{s}$
- La hauteur géométrique :  $H_g = 71,65 \text{ m}$

- La hauteur manométrique totale :  $H_{mt} = 74.834 \text{ m}$

➤ Caractéristiques de la pompe :

D'après le catalogue CAPRARI, on opte pour une pompe à axe horizontal multicellulaire (MEC-MER 80-3/2) dont les caractéristiques sont les suivantes (Voir annexe (6)) :

-  $N = 1450 \text{ tr/min}$

-  $\eta = 78,1 \%$

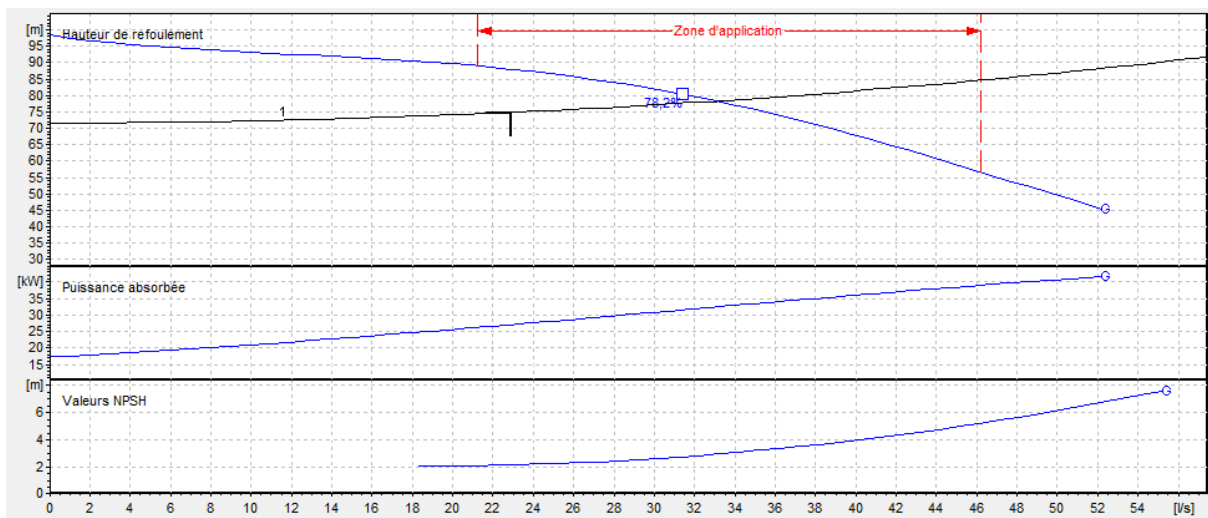
-  $P = 32.4 \text{ KW}$

-  $NPSH_r = 2.93 \text{ m}$

- Le point de fonctionnement : P ( $Q_1 = 33 \text{ l/s}$ ,  $H_1 = 78,3 \text{ m}$ ),

- Le point désiré P2 : ( $Q_1 = 22,89 \text{ l/s}$ ,  $H_1 = 74,834 \text{ m}$ ),

Le point de fonctionnement ne coïncide pas avec le point désiré, d'où, nous allons le réaliser (Voir la figure VI.12) :



**Figure (VI.12) :** Courbes caractéristiques de la pompe SR2

❖ **Réalisation du point de fonctionnement**

**1-Réduction du temps de pompage**

$$T_1 \times Q_1 = T \times Q$$

D'où : 
$$T = 21 \times \frac{22,89}{33} = 14,56 \text{ h}$$

La puissance absorbée sera :

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,033 \times 78,3}{0,781} = 32,45 \text{ KW}$$

- Les frais d'exploitation seront :

$$F_{\text{exp}} = 32,45 \times 14,56 \times 365 \times 4,67$$

$$\mathbf{F_{\text{exp}} = 805352,14 \text{ DA}}$$

## 2- Le vannage

La perte de charge créée par la vanne d'étouffement égale à :

$$h = H' - H1 = 88 - 74,8 = 13,2 \text{ m}$$

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,02289 \times 88}{0,736} = 26,84 \text{ KW}$$

D'où : P= 26,84 KW

- Les frais d'exploitation seront :

$$F_{\text{exp}} = 26,84 \times 21 \times 365 \times 4,67$$

$$\mathbf{F_{\text{exp}} = 960752,56 \text{ DA}}$$

## 3-Rognage de la roue

Dans le cas des pompes centrifuges multicellulaires, cette solution n'est pas commode, en raison du nombre de cellules qu'il faut rogner

## 4- Variation de la vitesse de rotation

La nouvelle vitesse de rotation de la pompe s'écrit comme suit :

$$N' = N \times \frac{Q1}{Q2} \text{ (tr/mn)}$$

L'équation de la courbe iso rendement s'écrit :

$$H2 = \frac{H1}{(Q1)^2} \times (Q2)^2$$

$$H_2 = \frac{74,834}{(22,89)^2} \times (Q_2)^2$$

$$H_2 = 0,14 \times (Q_2)^2$$

Q	10	15	20	25	30
H= a×(Q2) <sup>2</sup>	14	31,5	56	86,5	126
Hp	93,1	91,6	89,6	86,5	81,9

Tableau (VI.4) : Les points de la courbe caractéristique de la pompe SR2

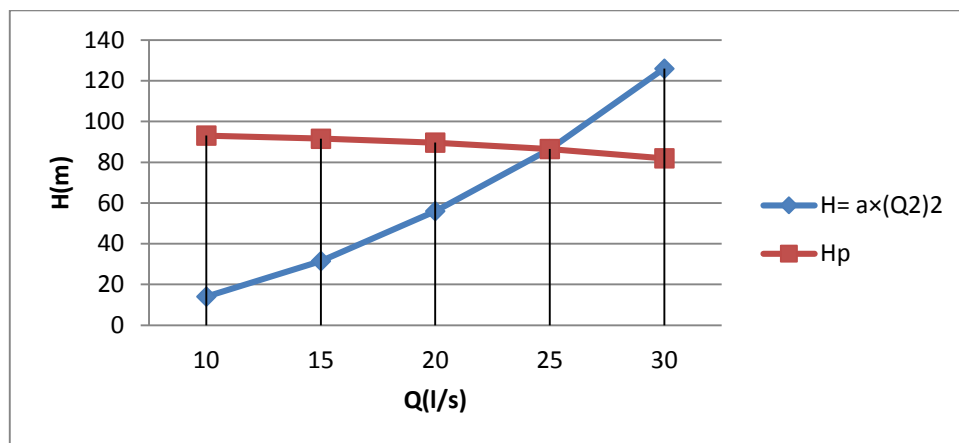


Figure (IV. 13) : La caractéristique du point de fonctionnement pour la pompe SR2

La courbe iso-rendement coupe la caractéristique de la pompe au point A (Q3, H3). Les coordonnées du point A sont (25 l/s ; 85 m) voir figure (VI. 13).

D'où :

$$N' = 2900 \times \frac{22,89}{25} = 2655.24 \text{ (tr/mn)}$$

$$P = \frac{g \times Q \times H}{\eta} = \frac{9,81 \times 0,02289 \times 74,834}{0,781} = 21,51 \text{ KW}$$

$$F_{exp} = 21,51 \times 21 \times 365 \times 4,67$$

$$F_{exp} = 769962,2805 \text{ DA}$$

**Remarque :**

Notre choix se portera sur la quatrième variante qui présente une meilleure économie.

**❖ Vérification de la cavitation****✓ Etude de la cavitation**

- La cote du plan d'aspiration :  $Ca = 511,35\text{m}$  ;
- Hauteur d'aspiration :  $Ha = 1\text{ m}$  ;
- Perte de charge d'aspiration :  $Jasp = 0$  (négligeable) ;
- $(NPSH)_r = 2,93\text{ m}$ .

Calcul de la pression à la cote d'aspiration

$$P_0 = 10,33 - (0,0012 \times Ca) = 10,33 - (0,0012 \times 511,35) = 9,71\text{ m}$$

$$(NPSH)_d = \frac{P_0}{\rho \times g} + Ha - (Jasp + Tv)$$

$$(NPSH)_d = 9,71 + 1 - (0 + 0,24) = 10,47\text{m}$$

$$\text{On a: } (NPSH)_d > (NPSH)_r$$

D'où : **la pompe ne cavite pas**

**VI.11- Conclusion**

A travers ce chapitre, nous avons déterminé les pompes donnant le meilleur rendement à l'aide du catalogue CAPRARI, suite aux calculs des hauteurs manométriques totales et des débits désirés, nous avons opté pour des pompes multicellulaire à axe horizontal pour les deux stations de reprises (SR1, SR2 ) et deux pompes immergées a axe vertical pour les deux forages (AZ3,AZ8) , et pour le fonctionnement idéal du réseau nous avons procédé à quelque modification en calculons les différentes variantes séparément comme cités auparavant , et nous avons achevé par une vérification de la non cavitation des pompes.

### **VII.1- Introduction**

Supposons qu'une conduite fonctionne en régime permanent, le changement de ce régime engendre une série d'ondes de pressions qui se propagent le long de la conduite, en s'amortissant progressivement en raison des pertes d'énergies dues aux frottements, pour reprendre enfin le régime initial, c'est le phénomène **du coup de bélier (transitoire)**.

Ces variations de pressions causées par des changements de régime plus ou moins rapide, voire brusque, entraînent des contraintes sur le matériel, où l'adduction se trouve affectée par ces valeurs extrêmes. Compte tenu de la complexité du phénomène, des méthodes approximatives, graphiques ou numériques ont pris le relais pour permettre aux Ingénieurs de quantifier ce type de phénomène.

### **VII.2-Vue d'ensemble sur le phénomène**

Le coup de bélier ou régime transitoire en hydraulique, est un phénomène résultant d'un écoulement non permanent (transitoire) qui apparaît dans une conduite lorsqu'on provoque une variation importante du débit à l'extrémité aval de celle-ci (la conduite). Autrement dit, les coups de bélier sont des ondes de surpression et de dépression liées à un changement brutal de l'écoulement dans la conduite, c'est-à-dire que chaque tranche d'eau de la conduite subit des variations brusques de pression et de vitesse à des instants différents (propagation par onde) ; le coup de bélier est un phénomène oscillatoire.

### **VII.3-Causes du phénomène**

Les causes les plus fréquentes provoquant le phénomène sont [2] :

- Fermeture instantanée d'un robinet-vanne placé au bout d'une conduite d'adduction ;
- Arrêt brutal par disjonction inopinée d'un ou des groupes de pompes alimentant une conduite de refoulement débitant dans un réservoir ;
- Démarrage d'un groupe électropompe à vanne ouvert ;
- Démarrage ou arrêt d'une pompe débitant dans une conduite déjà alimentée.

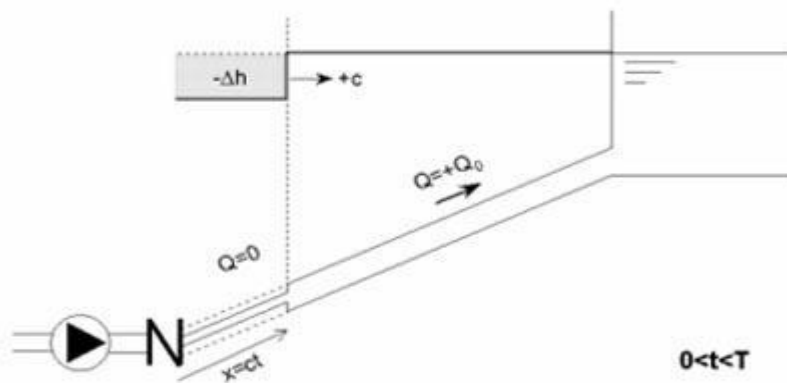
### **VII.4- Analyse physique du phénomène**

#### **❖ Première phase :**

Lors de l'arrêt d'une ou de plusieurs pompes, le débit à travers la station de pompage est brusquement interrompu. Les clapets anti-retour situés à l'aval des pompes se ferment alors

pour éviter que la conduite ne se vide. A l'aval de la station de pompage, une colonne d'eau a tendance à poursuivre son mouvement tandis qu'aucun débit ne provient de l'amont.

L'eau se comporte alors de manière compressible : une réduction locale de pression est provoquée, entraînant une décompression du fluide et, en conséquence, la contraction de la conduite. Ainsi est engendrée une dépression qui se propage dans la conduite à la vitesse des ondes élastiques « a » jusqu'à ce que toute la conduite soit soumise à la dépression ainsi engendrée (Figure (VII.1)), soit après un temps  $T = L/a$ , ou  $L$  est la longueur de la conduite entre les pompes et le réservoir.

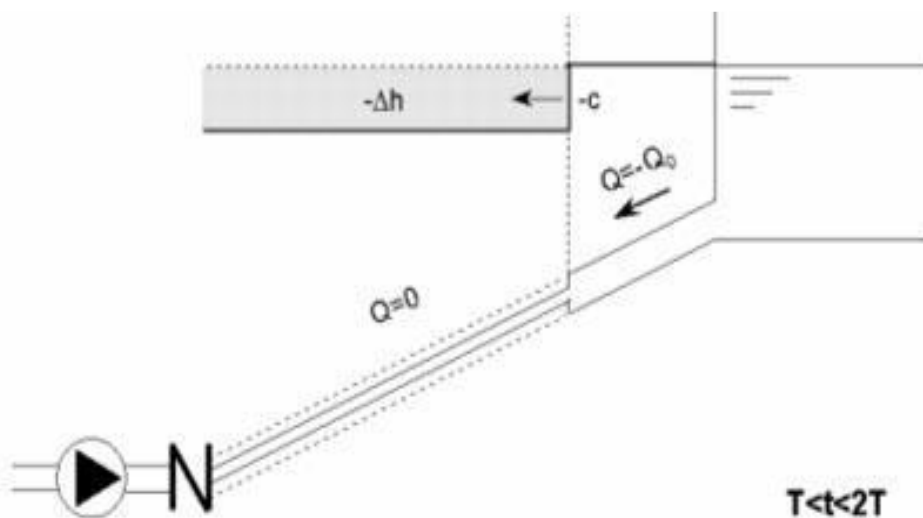


**Figure (VII.1) :** Contraction de la conduite (phase 1 du phénomène)

❖ **Deuxième phase :**

Il en résulte que la pression au passage de la conduite dans le réservoir est inférieure à la pression dans ce dernier, ce qui provoque un écoulement en sens inverse (Figure (VII.2)).

Cette onde se propage du réservoir vers la station de pompage et atteint la vanne clapet au bout d'un temps  $2T$ , à compter du début du phénomène.



**Figure (VII.2) :** Ecoulement en sens inverse (phase 2 du phénomène)

❖ Troisième phase :

La couche de fluide près de la pompe est obligée de s'arrêter. Cette réduction d'énergie cinétique a pour effet une augmentation locale de la pression, ce qui provoque une compression du fluide et une distension de la conduite. Ce processus se transmet jusqu'à réservoir, ou il arrive au bout du temps  $3T$  (Figure (VII.3)).

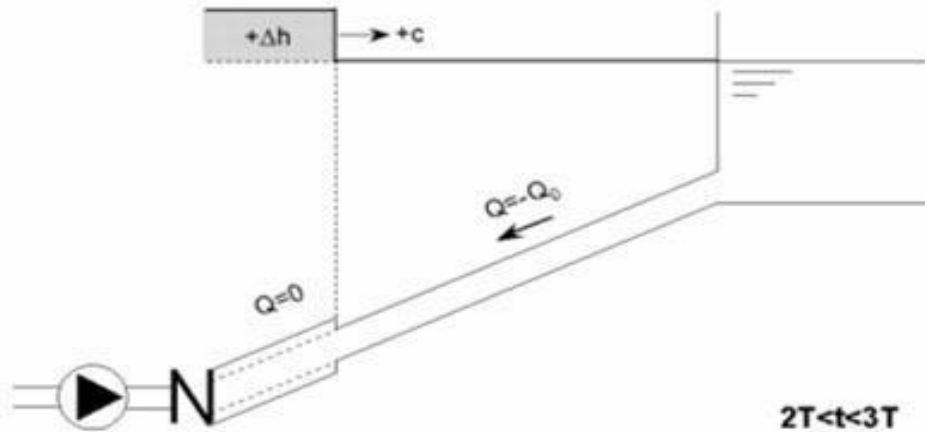


Figure (VII.3) : Distension de la conduite (phase 3 du phénomène)

❖ Quatrième phase :

Quand cette onde de surpression atteint le réservoir, la pression du réservoir est inférieure à la pression de la conduite : l'écoulement s'inverse de nouveau pour revenir aux conditions initiales de pression et de vitesse, cette onde se propageant vers les pompes (Figure (VI.4)).

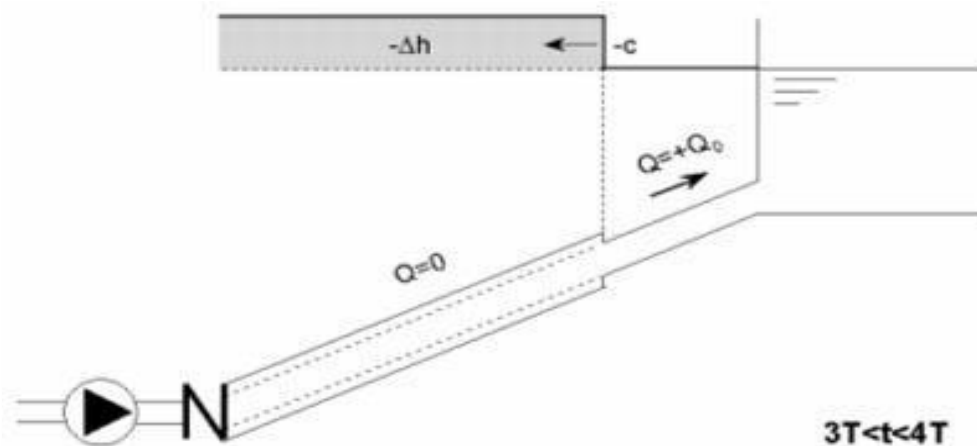


Figure (VII.4) : Retour aux conditions initiales, (phase 4 du phénomène)

Au bout du temps  $4T$ , on se retrouve donc dans les conditions initiales : ce phénomène se poursuivrait indéfiniment si sous l'effet des pertes de charge, les ondes de dépression et de surpression ne se trouvaient pas progressivement amorties.

**VII.5- Moyens de protection contre le régime transitoire**

La protection d'une conduite en écoulement gravitaire peut être obtenue généralement d'une manière satisfaisante en imposant une vitesse d'ouverture et de fermeture des vannes suffisamment lente afin de limiter les surpressions et dépressions éventuelles à des valeurs raisonnables.

Toutefois, en présence d'une station de pompage, il est plus difficile de contrôler l'ampleur du phénomène étant donné que l'arrêt des pompes peut se produire subitement, par suite d'une interruption du courant qui alimente les moteurs électriques.

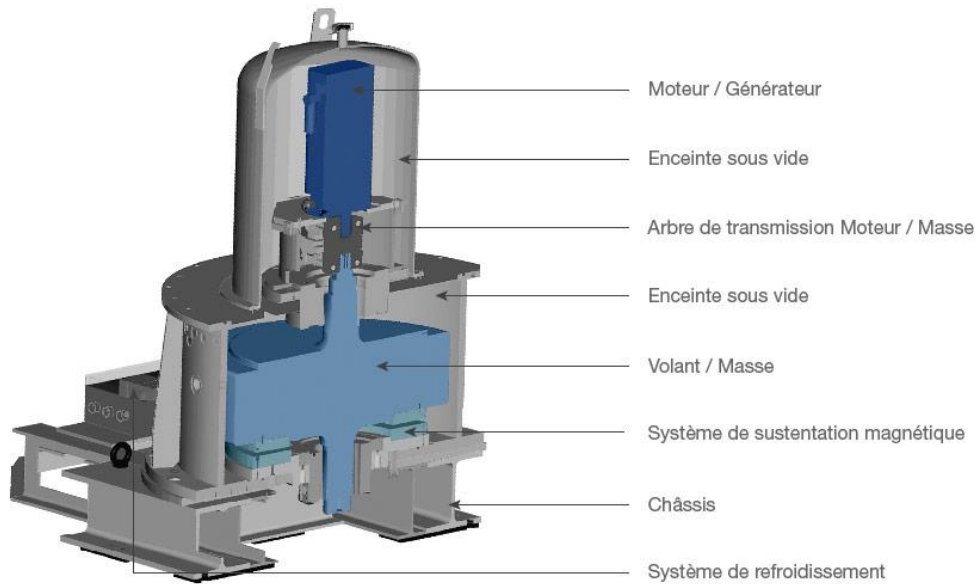
Afin de limiter les variations de la pression dans les conduites, les appareils anti-bélier devront avoir pour effet de limiter la dépression ainsi que la surpression.

Les dispositifs les plus utilisés sont [2]:

- Les volants d'inertie;
- Les soupapes de décharge ;
- Les réservoirs d'admission et de purge d'air ;
- Les ventouses ;
- Clapet by-pass ;
- Les réservoirs d'air ;
- Les cheminés d'équilibre ;
- Vanne de fermeture lente.

**VII.5.1-Les volants d'inertie**

Le volant d'inertie est une roue de masse assez importante, fixée à l'arbre du groupe moteur pompe. Grâce à l'énergie cinétique qu'il accumule pendant la marche normale, le volant la restitue au moment de la disjonction et permet ainsi de prolonger le temps d'arrêt de l'ensemble du groupe, donc de diminuer l'intensité du coup de bélier (Figure (VII.5)).



**Figure (VII.5):** volants d'inertie

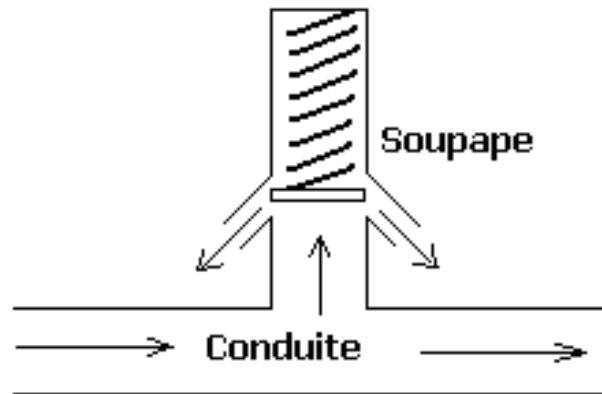
Ce système est généralement peu ou non utilisé, car [2]:

- Il n'intervient que pour limiter les dépressions ;
- Si la conduite de refoulement est assez grande, on doit envisager des volants avec des poids vraiment considérables, par conséquent le système ne sera pas économique ;
- Plus le volant est lourd plus le moteur doit être très puissant pour pouvoir vaincre au démarrage l'inertie de ce dernier, ce qui peut conduire à des appels d'intensités de courant inadmissibles;
- Ce dispositif est limité à la protection des conduites à longueurs de refoulement faible ou moyenne, qui n'accède pas quelques centaines de mètres.

### VI.5.2- Les soupapes de décharge

Les soupapes de décharge sont des équipements mécaniques qui s'ouvrent pour réduire la surpression. Ces appareils font intervenir un organe mécanique, un ressort à boudin, ordinairement, qui par sa compression, obture en exploitation normale, un orifice placé sur la conduite, au point à la protéger, c'est-à-dire, là où la surpression à craindre est maximale et libérée, le cas échéant, le débit de retour de la conduite correspond à la valeur de la surpression admissible [2].

Cette soupape (Figure (VII.6)) ne doit s'ouvrir que sous une pression déterminée, légèrement supérieure (5% environ) à la pression normale. L'ouverture doit se faire très rapidement pour que l'opération soit efficace.



**Figure (VII.6):** Soupape de décharge

### **VII.5.3-Soupapes d'admission et de purge d'air**

Le principe des soupapes d'admission et de purge d'air est assez simple, puisqu'il ressemble aux précédentes tout en opérant dans les deux directions. Généralement, elles s'ouvrent en admission lorsque la pression tombe sous la pression atmosphérique puis expulsent l'air quand la pression s'accroît. La principale difficulté réside dans l'évaluation des quantités d'air admises et expulsées du fait que l'écoulement de l'air, un fluide compressible, se fait à des vitesses très élevées pour lesquelles les effets de la compressibilité se font sentir. En fait, ces notions sont importantes pour calculer les aires efficaces des orifices d'entrée et de sortie.

### **VII.5.4- Les ventouses**

Ils ont pour rôle principal l'évacuation de l'air contenue dans la conduite et permettre aussi l'admission de l'air dans ces conduites lorsque l'on procède à leur vidange ou généralement lorsqu'il y'a apparition de la cavitation en un point haut.

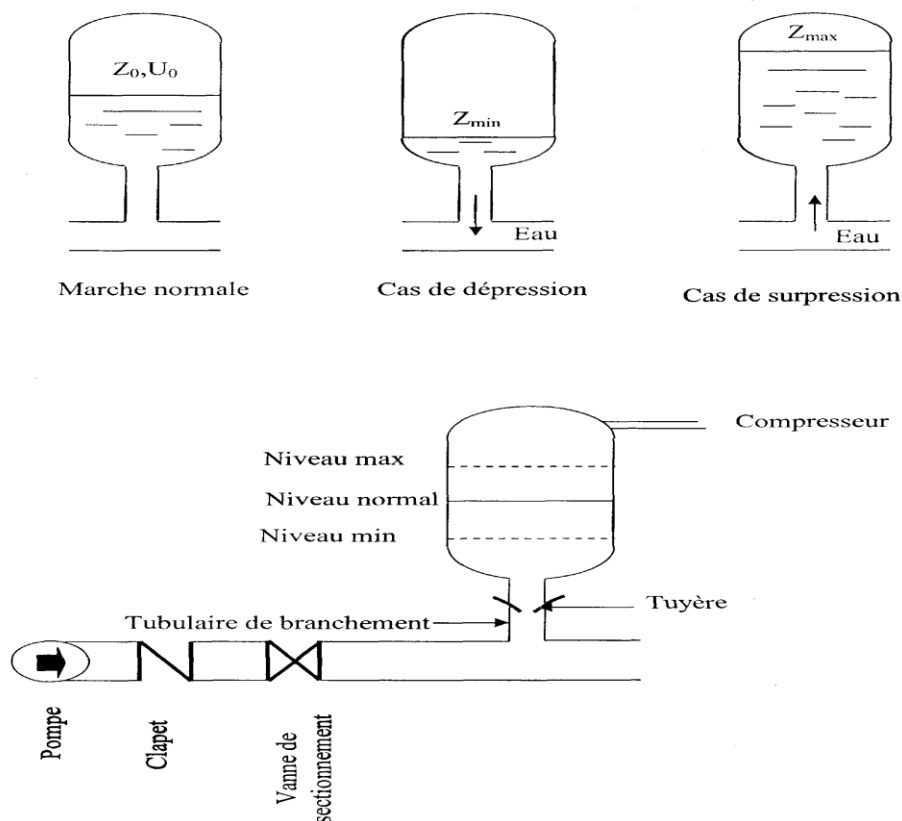
### **VII.5.5- Réservoir d'air [2]**

Un réservoir à air comprimé est un récipient fermé dont la partie supérieure contient de l'air sous pression et la partie inférieure un certain volume d'eau. Ainsi, lors d'un arrêt des pompes (par exemple), le réservoir se décomprime et fournit de l'eau à la conduite, réduisant

l'abaissement de pression dû au coup de bélier. Lorsque le sens de l'écoulement s'inverse, l'air du réservoir se comprime permettant ainsi de stocker un volume d'eau (Figure (VII.7)).

Le réservoir d'air présente certains avantages qui sont les suivants :

- Il représente des dimensions réduites par rapport à d'autres dispositifs (cheminée d'équilibre) ;
- Il peut être préconisé comme solution dans les régions froides car il est facile à chauffer pour éviter les effets du gel.
- Il peut être installé parallèlement au sol cela offre une meilleure résistance au vent et au tremblement de terre. Comme il présente certains inconvénients qui sont comme suit :
- La nécessité de fournir de l'air comprimé constamment.
- La nécessité de prévoir plusieurs équipements auxiliaires qui demandent une maintenance constante et des frais élevés.



**Figure (VII.7):** Principe de fonctionnement d'un réservoir d'air

### VII.5.6- Cheminée d'équilibre

C'est un réservoir débouchant à l'air libre permettant de protéger la conduite contre les surpressions et les dépressions. Ces conditions sont remplies si l'on a la possibilité d'absorber ou au contraire de fournir une certaine quantité d'eau, en fonction de la variation instantanée de pression dans la conduite à protéger, il faut pour cela disposer d'un réservoir susceptible de se remplir ou de se vider d'eau suivant que la pression dans la conduite augmente ou diminue.

Les cheminées d'équilibres sont souvent utilisées au niveau des points hauts, elles sont très rarement utilisées à la station (Figure (VII.8)). Elles présentent certains avantages, à savoir [2]:

- Un fonctionnement qui ne nécessite aucun entretien.
- La protection idéale pour les points du parcours difficilement accessible.

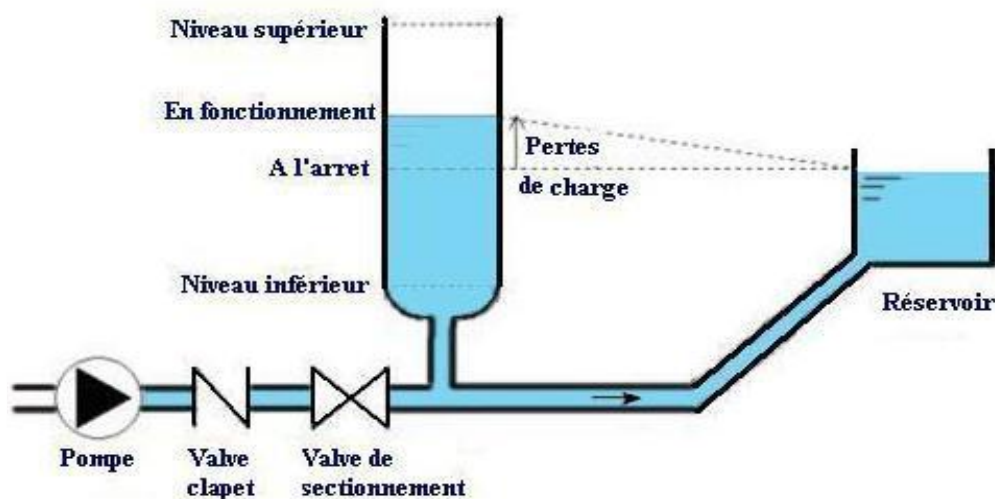


Figure (VII.8):Cheminée d'équilibre

### VII.5.7- Définition des pressions

La pression est une notion physique fondamentale parfaitement définie comme étant le rapport d'une unité de force sur une unité de surface. Il existe plusieurs types de pression

**VII.5.7.1- Pression nominale (PN)**

La Pression Nominale (PN) est la pression qui sert souvent dans le dimensionnement d'une canalisation en PVC ou en PEHD. Cette valeur est exprimée en bar (pour l'élément de canalisation ou de robinetterie) comme étant la pression pour laquelle l'équipement est capable de supporter une pression sans défaillance et avec une sécurité convenable pendant un temps à une température donnée. Cette pression varie dans le temps et selon la température.

**VII.5.7.2- Pression maximale admissible**

La Pression Maximale Admissible (PMA), est la pression y compris le coup de bélier, à laquelle un composant est capable de résister lorsqu'il y est soumis de façon intermittente en service (voir annexe 8).

**VII.6-Etude du coup de bélier**

L'étude consiste à calculer les surpressions et les dépressions dans les différents tronçons des conduites de refoulement, et vérifier que ces valeurs ne dépassent pas la valeur de la pression de service.

**❖ La valeur du coup de bélier**

La célérité des ondes est donnée par la formule d'ALLIEVI ci-dessous :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,6 + \frac{K \times D}{e}}} \quad (\text{VII.1})$$

Avec :

- K : Coefficient dépendant de la nature de la conduite,
- D : Diamètre intérieur de la conduite (mm),
- e : Epaisseur de la conduite (mm).

Où :

- Pour le PEHD  $K = 83$
- Pour la fonte ductile  $k = 1$
- Pour l'acier  $K = 0,5$

**➤ 1<sup>er</sup> Cas : Fermeture brusque**

La fermeture brusque est caractérisée par un temps T, tel que :  $T < \frac{2 \times L}{a}$  [5] ;

La valeur maximale du coup de bélier est :

$$B = \frac{a \times V_0}{g} \tag{VII.2}$$

Avec :

- B : La valeur du coup de bélier (m),
- a : La célérité de l'onde (m/s),
- V0 : Vitesse d'écoulement en régime permanent initiale (m/s),
- g : Accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>).

- **La valeur maximale de la pression-surpression est :** (Figure (VII.9))

$$H_s = H_0 + B \tag{VII.3}$$

- **La valeur maximale de la pression-dépression est :** (Figure (VII.9))

$$H_d = H_0 - B \tag{VII.4}$$

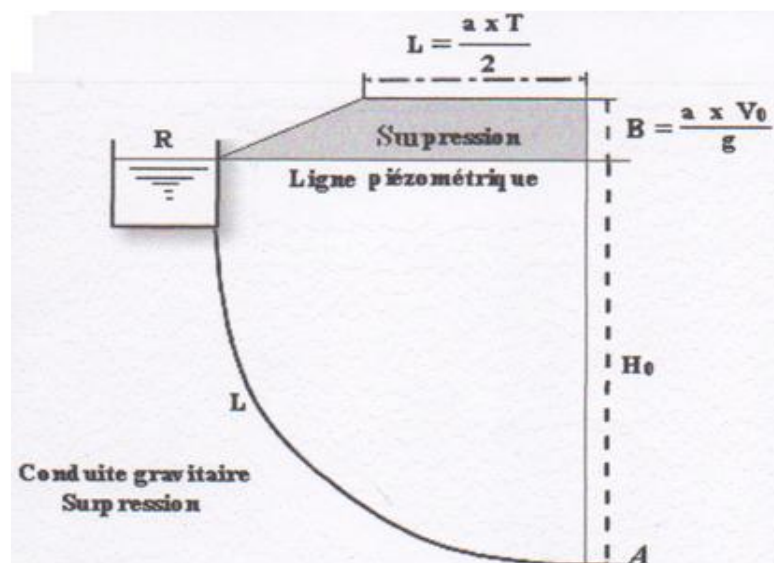
Où :

-H0: La pression absolue au point le plus haut de la conduite, telle que :

$$H_0 = H_g + 10 \tag{VII.5}$$

Avec :

- Hg : Hauteur géométrique de refoulement.
- 10 : Pression atmosphérique,
- H0 : Pression absolue de la conduite.



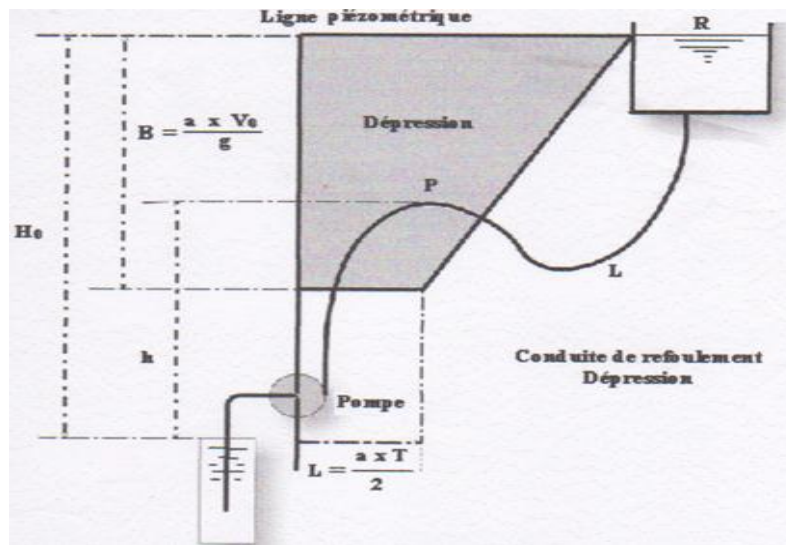


Figure (VII.9) : Les valeurs de la surpression et de dépression dans les conduites gravitaires et de refoulement

➤ 2<sup>ème</sup> Cas : Fermeture lente

La fermeture lente est caractérisée par un temps T tel que :  $T > \frac{2 \times L}{a}$  [5]

La valeur maximale du coup de bélier sera calculée par la formule de MICHAUD :

$$B = \frac{2 \times L \times V_0}{g \times T} \tag{VII.6}$$

VII.7-Valeurs numériques du coup de bélier

TRONCONS	D (mm)	e (mm)	V0 (m/s)	L (m)	Hg (m)	H0 (m)	a (m/s)	B (m)	Hsr (m)	Hd (m)	Type de conduite	PFA
FORAGES-SR1	60	6,75	1,309	2251	177	187	1359,29	181,37	368,37	5,63	Acier	720
SR1-SR2	150	9,15	1,296	3698	144,35	154,35	1313,63	173,54	306,2	<b>-19,19</b>	Acier	490
SR2 - Belghozli	200	9,55	0,729	313	71,65	81,65	1288,09	95,72	177,37	<b>-14,07</b>	Acier	420

Tableau (VII.1) : Calcul des valeurs du coup de bélier pour les conduites de refoulement

**VII.8- Conclusion**

D'après le tableau ci-dessus, on remarque que les surpressions dans les tronçons (forages – SR1), (SR1-SR2) et (SR2-Belghozli) ne dépassent pas la pression maximale de service. Cependant, on enregistre des dépressions supérieures à la pression atmosphérique en valeur absolue dans les deux dernières conduites. Pour cela, on prévoit des réservoirs d'air installés juste à la sortie des stations de pompes SR1 et SR2.

### **VIII.1-Introduction**

La distribution est la phase finale d'un projet d'alimentation en eau potable. Elle doit être conçue de telle façon à satisfaire les besoins actuels et à venir des usagers, ainsi que les besoins en eau pour lutter contre les incendies. Le réseau de distribution est l'ensemble des canalisations qui font suite au réservoir. Très souvent, l'eau sort de ce dernier ouvrage par une seule conduite maitresse à partir de laquelle prennent issue des conduites secondaires alimentant des conduites tertiaires.

Dans ce présent chapitre nous allons dimensionner le réseau de distribution des 2 zones de la Village de Ait Zellal

### **VIII.2-Classification des réseaux de distribution**

Les réseaux peuvent être classés comme suit [4] :

#### **VIII.2.1- Le réseau ramifié**

Les conduites ne comportent aucune alimentation en retour. Il présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture c'est-à-dire un accident sur la conduite principale prive tous les abonnés à l'aval.

#### **VIII.2.2-Le réseau maillé**

Il permet, à la conduite, une alimentation en retour, une simple manœuvre de robinet permet d'isoler le tronçon accédant et de poursuivre néanmoins l'alimentation des abonnés à l'aval.

#### **VIII.2.3- Le réseau mixte**

Un réseau dit mixte (ramifié et maillé), lorsque ce dernier est constitué d'une partie ramifiée et une autre maillé. Ce type de schéma est utilisé pour desservir les quartiers en périphérie de la ville par ramification issues des mailles utilisées dans le centre de cette ville.

### **VIII.3- Conception du réseau de distribution**

Il y a plusieurs facteurs qui influent sur la conception du réseau. Les plus importants sont l'emplacement des consommateurs, le relief et l'urbanisation de la région. La distribution se fait gravitairement à partir d'un réservoir [6].

**VIII.3.1-Choix du tracé**

Pour définir le tracé définitif, il est important de penser aux points suivants [6] :

- Minimiser le nombre de passage difficiles (traversée de route... etc.) ;
- Eviter les pentes trop fortes ;
- Eviter les zones rocheuses ;
- Préférer les zones accessibles ;
- Penser aux problèmes de propriété de terrain et d'autorisation.

**VIII.3.2-Choix du type des conduites**

Le choix du type de conduites repose sur certains critères qu'on doit autant que possible respecter à savoir :

- La durée de vie du matériau ;
- La pression de service ;
- Les pertes de charge ;
- La nature du terrain ;
- Les conditions de transport et de pose ;
- La disponibilité sur le marché.

Nous avons choisi, pour le réseau de distribution du village AIT ZELLAL, des conduites en PEHD pour les raisons suivantes :

- Disponibilité sur le marché ;
- Résistance à la corrosion et à l'érosion
- Faible poids par rapport à l'acier et la fonte ;

**VIII.4- Le choix du réseau d'AEP**

L'objectif de cette phase est de procéder à l'étude et à la conception d'un réseau d'alimentation en eau potable couvrant l'intégrité du village ATH ZELLAL.

Les travaux de la présente phase se sont déroulés comme suit :

- Délimitation de secteurs homogènes du point de vue population et dénivelée et établissement de coefficients de répartition de la population à l'intérieur de la zone d'étude.
- Etablissement du schéma directeur et des tracés du réseau de distribution projetés.

Le choix du tracé du réseau d'AEP projeté tient compte des paramètres technico-économiques réunissant les conditions de réalisations du projet, du transport des canalisations

et des contraintes de terrain. Toutefois, il est toujours pris en compte la volonté et les orientations des services compétents concernés.

Après avoir évalué le volume de régulation (500m<sup>3</sup>) qui va permettre d'assurer une alimentation régulière en eau potable de la population à long terme (à l'horizon 2050), nous proposons de projeter deux réseaux de distribution distincts au niveau de la zone d'étude en fonction du réservoir de distribution de départ des conduites, à savoir ;

- Le réservoir **200m<sup>3</sup>** surélevé existant, qui va alimenter **40%** de la population située dans **la zone haute** du village moyennant **le réseau 1 projeté (R1)**.
- Le réservoir **300m<sup>3</sup>** projeté, qui va prendre en charge **60%** de la population située dans la zone basse du village moyennant **le réseau 2 projeté (R2)**.

#### **VIII.4.1- La zone haute (alimentée à partir du RV200m<sup>3</sup> surélevé existant)**

Le réservoir surélevé 200m<sup>3</sup> existant est situé à une altitude de (CTN = 583,68 m) avec une élévation de h= 8m. Il assure l'approvisionnement en matière d'eau potable de la zone haute par le réseau R1.

##### **VIII.4.1.1- Sectorisation de la zone haute**

La sectorisation de la zone haute du village Ath Zellal a été faite selon deux critères :

- La dénivelée
- La répartition de la population

##### **VIII.4.1.1.1- La dénivelée**

- **Le secteur 01** : il recouvre des altitudes allant de **585,9m** jusqu'à **506,8m**, avec une dénivelée totale estimée à  $\Delta H = 79,1m$  (la dénivelée entre le RV 200m<sup>3</sup> surélevé existant et le point le plus bas du secteur 01).
- **Le secteur 02** : il recouvre les altitudes allant de **577,2m** jusqu'à **491,8m**, avec une dénivelée totale estimée à  $\Delta H = 85,4m$  (la dénivelée entre le RV 200m<sup>3</sup> surélevé existant et le point le plus bas du secteur 02).
- **Le secteur 03** : il recouvre les altitudes allant de **514,8m** jusqu'à **485,3m**, avec une dénivelée totale estimée à  $\Delta H = 29,5m$  (la dénivelée entre le RV 200m<sup>3</sup> surélevé existant et le point le plus bas du secteur 03).
- **Le secteur 04** : il recouvre les altitudes allant de **551,9m** jusqu'à **507,3m**, avec une dénivelée totale estimée à  $\Delta H = 44,6m$  (la dénivelée entre le RV 200m<sup>3</sup> surélevé existant et le point le plus bas du secteur 04).

**VIII.4.1.1.2- La répartition de la population**

L'analyse de la répartition géographique de la population à l'intérieur de la zone haute à permis de définir quatre coefficients de répartition en fonction de la densité de la population présente et à long terme. Ainsi, les coefficients de répartition sont donnés comme suit :

- **Le secteur (1)** renferme **22,5%** environ de la population totale de la zone haute
- **Le secteur (2)** renferme **22,5%** environ de la population totale de la zone haute
- **Le secteur (3)** renferme **15,0%** environ de la population totale de la zone haute
- **Le secteur (4)** renferme **40,0%** environ de la population totale de la zone haute

**VIII.4.1.2- Système d'alimentation**

Le réseau projeté(R1) est composé de deux conduites de distribution gravitaire :

1. Une conduite alimente le sous réseau (SR1). Ce dernier assure l'alimentation du secteur 1 de la zone haute.
2. Une autre conduite alimente les sous réseaux (SR2 / SR3 / SR4). Ces derniers assurent l'alimentation respectivement les secteurs 2, 3 et 4 de la zone haute.



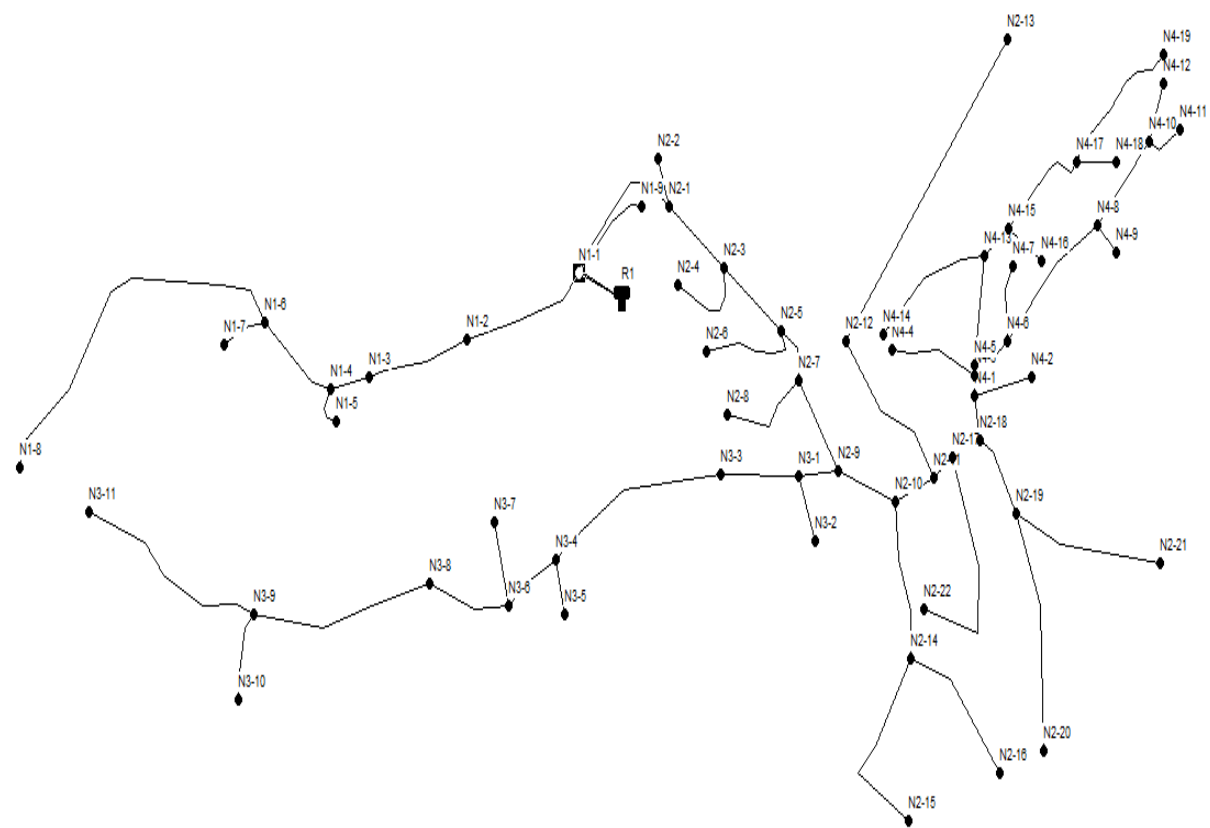


Figure (VIII.2) : Schéma représentatif du réseau de distribution (zone haute)

**VIII.4.2- La zone basse (Elle sera alimentée à partir du RV300m<sup>3</sup>projeté)**

Le réservoir au sol 300m<sup>3</sup> projeté, sera implanté à une altitude de (C.R = 579,37 m). Il assurera l'approvisionnement en matière d'eau potable de la zone basse moyennant le réseau 02 projeté (R02).

La zone basse est une zone éparsée assez vaste du point de vue superficie avec une hétérogénéité importante du point de vue des altitudes. La différence de niveau à l'intérieur de la dite zone est estimée à  $\Delta H = 186$  m environ. Quant à la dénivelée totale à partir du point d'implantation du réservoir au sol 300m<sup>3</sup> projeté jusqu'au point le plus bas de la zone basse, elle est évaluée à  $\Delta H = 263,37$ m. Cette différence de niveau importante peut générer des problèmes de fonctionnement de réseau à savoir, le siphonage qui consiste à favoriser les points les plus bas du réseau au détriment des points hauts du même réseau. Elle engendre aussi des pressions au sol très élevées endommageant ainsi, les canalisations et la robinetterie au niveau des ménages.

Un bon réseau de distribution doit assurer une pression de service suffisante au niveau des ménages, sans pour autant endommager les canalisations et les équipements du même réseau à cause des fortes pressions. Pour ce faire, nous recommandons la projection de deux brise-charges au niveau du réseau 02 (R02) avec la possibilité d'installer des réducteurs de pression individuels au niveau des ménages exposés à des pressions au sol dépassent les  $P_s = 07$  bars.

**VIII.4.2.1- Sectorisation de la zone basse**

Vu la différence de niveau importante à l'intérieur de la zone basse, nous avons procédé à la sectorisation du réseau 02 (R02) projeté de manière à avoir des pressions de service adéquates sur l'intégralité de dite zone. Ainsi, quatre sous-secteurs ont été créés à savoir;

- **Le secteur A** : il recouvre des altitudes allant de **501,1m** jusqu'à **416,1m**, avec une dénivelée totale estimée à  $\Delta H = 85$ m (la dénivelée entre le Brise Charge 01 projeté et le point le plus bas du secteur A).
- **Le secteur B** : il recouvre des altitudes allant de **501,1m** jusqu'à **409m**, avec une dénivelée totale estimée à  $\Delta H = 92,1$ m (la dénivelée entre le Brise Charge 01 projeté et le point le plus bas du secteur B).
- **Le secteur C** : il recouvre des altitudes allant de **464,2m** jusqu'à **379,7m**, avec une dénivelée totale estimée à  $\Delta H = 84,5$ m (la dénivelée entre le Brise Charge 02 projeté et le point le plus bas du secteur C).

**VIII.4.2.2- Brises charges**

Les brises charges sont des ouvrages en génie civil qui permettent de briser la charge hydraulique et éviter des pressions au sol excessives dans le réseau. Le réseau 02 (R02) comportera 02 brises charges qui seront réparties de manière à avoir des pressions acceptables. Du point de vue opérationnel, les brises charges seront implantées en série permettant de créer plusieurs paliers.

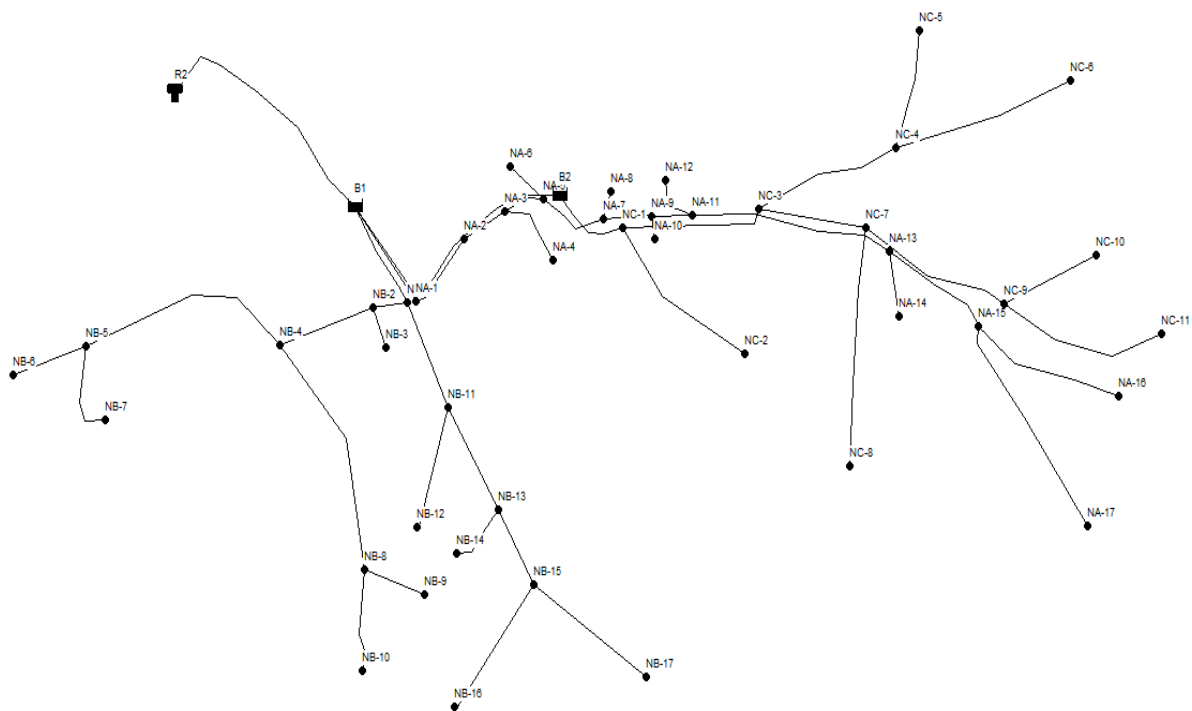
Le réservoir au sol 300m<sup>3</sup> projeté sera implanté à la côte C.R= 578,37met alimentera deux (02) brise charges lesquels seront implantés comme suit :

- **Brise charge 01** : il sera implanté à une Altitude de (C.R = 523m)
- **Brise charge 02** : il sera implanté à une Altitude de (C.R = 481,8m)

Le volume de la bache à eau d'un brise de charge est de 9m<sup>3</sup>.

**VIII.4.2.3- Réseau de distribution R02**

Le réseau 02(R2) est divisé à son tour en quatre (04) sous-secteurs lesquels seront alimentés comme le montre le schéma synoptique suivant :



**Figure (VIII.3) : Schéma représentatif du réseau de distribution (zone basse)**

La zone 02 est donc divisée en trois (02) paliers moyennant la projection de deux brises charges qui seront alimentés successivement en série. Ainsi, Le brise charge 01 sera

alimenté à partir du réservoir au sol 300 m<sup>3</sup> projeté. Le brise charges 02 sera alimenté à partir du brise charge 01

Le réseau 02 (R02) comporte trois sous Réseaux à savoir ;

- Sous réseau A (SR A)
- Sous réseau B (SR B)
- Sous réseau C (SR C)

Ils sont desservis comme suit :

- Brise charges 01 : Alimente le (SR A) et (SR B)
- Brise charges 02: Alimente le (SR C)

### **VIII.5-Dimensionnement du réseau de distribution**

Le réseau de distribution d'eau sera projeté de telle sorte d'assurer l'approvisionnement en matière d'eau potable de tous les abonnés du village Ath Zellal.

Les diamètres des conduites sont dimensionnés de façon à assurer les débits maximaux avec des vitesses et des pressions suffisantes à l'horizon 2050.

Suite aux recommandations de la subdivision d'hydraulique de la Daïra de MEKLA,

- Le matériau utilisé des canalisations est le PEHD PN16
- Les petits diamètres résultants du dimensionnement hydraulique, sont automatiquement arrondis au diamètre intérieur du DN32

#### **VIII.5.1- Débit en route**

Chaque conduite du réseau de distribution doit pouvoir distribuer sur son parcours, l'eau aux abonnés par les nombreux branchements raccordés sur celle-ci ; c'est le débit en route. Il représente la différence entre le débit de pointe et la somme des débits concentrés :

$$Q_{rt} = Q_{pt} - Q_{cc} \quad \text{(VIII.1)}$$

Etant donné que les débits concentrés n'existent pas, le débit de route est égal au débit de pointe et on écrit :

$$Q_{rt} = Q_{pt} = 33,84 \text{ l/s}$$

- Le débit du réseau R1 est 40% du débit total :

$$Q_{pt}(R1) = 33,84 \times 0,4 = 13,536 \text{ l/s}$$

- Le débit du réseau R2 est 60% du débit total :

$$Q_{pt}(R2) = 33,84 \times 0,6 = 20,304 \text{ l/s}$$

Avec:

$Q_{pt}$  : Débit de pointe (l/s)

$Q_{cc}$  : Débit concentré (l/s)

$Q_{pt}(R1)$  : Débit de pointe du réseau R1

$Q_{pt}(R2)$  : Débit de pointe du réseau R2

### VIII.5.2-Débit aux noeuds (nodaux)

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud alimentant la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les noeuds considérés, ils sont déterminés par la formule suivante :

$$Q_{ni} = 0,5 \times \sum Q_{ri} \quad (\text{VIII.2})$$

Avec :

- $Q_{ni}$  : Débit nodal du nœud concentré en (l/s).

-  $\sum Q_{ri}$  : Somme des débits en route des tronçons qui entourent le nœud i en (l/s).

### VIII.5.3- Débit spécifique

Appelé aussi débit unitaire, il est défini comme étant le volume d'eau transitant à travers un mètre de la conduite pendant une seconde.

Par formulation on peut écrire :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{pt}}{\sum L_i} \quad (\text{VIII.3})$$

Avec :

$Q_{sp}$  : Débit spécifique (l/s.ml).

$Q_{pt}$ : Débit de pointe (l/s).

$\sum L_i$  : somme totale des longueurs des conduites formant le réseau de distribution (m).

Dans cette formule, le terme du dénominateur désigne la somme des longueurs des conduites sur lesquelles seraient réalisés les branchements et sont exclues les longueurs de conduites qui servent juste pour le transport d'eau. De ce fait, le terme du dénominateur prend le nom de longueur utile et fait éviter le piège des débits de route très faibles et donc des débits erronés aux nœuds considérés dans le(s) réseau(x) d'AEP à projeter.

**VIII.5.3.1- La zone haute**

**VIII.5.3.1.1- La longueur des sous réseau**

Sous réseau	Longueur (m)	Longueur inutile (m)	Longueur utile (m)
1	1116	20	1096
2	2801	180	2621
3	1319	0	1319
4	1368	0	1368
total	6604	200	6404

**Tableau (VIII.1):** les longueurs des sous réseaux de la zone haute

Avec un linéaire total de :

$$L_t (SR1) = 6604 \text{ ml.}$$

$$L_{tu} (SR1) = 6404 \text{ ml.}$$

$L_t$  : la longueur totale des conduites

$L_{tu}$  : la longueur totale utile pour le dimensionnement

**VIII.5.3.1.2- Calcul des débits spécifique**

Le débit total du réseau (R1) est :

$$Q_p(R1) = 13,536 \text{ l/s}$$

Donc : on aura les débits spécifiques et en routes de les quatre secteurs dans le tableau ci-dessous :

$Q_p(R1)$ l/s	Secteurs	Pourcentage(%)	Longueur(m)	$Q_p$ (l/s)	$Q_{sp}$ (s/m.l)
13,536	1	22,5	1096	3,0456	0,002778
	2	22,5	2621	3,0456	0,00116
	3	15	1319	2,0304	0,001539
	4	40	1368	5,4144	0,003957

**Tableau (VIII.2) :** le débit spécifique et de route pour les quatre secteurs de la zone haute

**VIII.5.3.2- La zone basse**

**VIII.5.3.2.1- La longueur des sous réseau**

<b>Sous réseau</b>	<b>Longueur totale (m)</b>	<b>Longueur inutile (m)</b>	<b>Longueur utile (m)</b>
1	3454	263	3191
2	4356	263	4093
3	4023	188	3835
total	11833	714	11119

**Tableau (VIII.3) :** les longueurs des sous réseaux de la zone basse

Avec un linéaire totale de :  $Lt(R2) = 11833m$ , et une longueur utile estimée à  $Ltu(R2) = 11119m$

Avec

$Lt$  : la longueur totale des conduites

$Ltu$  : la longueur totale utile pour le dimensionnement

**VIII.5.3.2.2- Calcul des débits spécifique**

Le débit total du réseau (R2)

$$Qp(R2) = 20,304 \text{ l/s}$$

La répartition de la population de la zone basse qui sera alimenté par le réseau (RV 300m<sup>3</sup>) est homogène, donc le débit total du réseau (RV300m<sup>3</sup>) alimente toute la zone basse d'une façon équilibrée. Pour cela on opte pour un seul débit spécifique pour le dimensionnement des réseaux des secteurs A, B, C.

$$Qsp (R2) = Qsp (SRA) = Qsp (SRB) = Qsp (SRC)$$

$$Qsp (R2) = \frac{Qp(R2)}{Ltu(R2)} = \frac{20,304}{11119} = 0,001826 \text{ l/s.m}$$

Avec

$Qsp(R2)$  : Débit de pointe du réseau 2 l/s

$Qsp(SRA)$  : Débit spécifique du sous réseau (A) l/s/m

$Qsp(SRB)$  : Débit spécifique du sous réseau (B) l/s/m

$Qsp(SRC)$  : Débit spécifique du sous réseau (C) l/s/m

**VIII.5.4- Débits en route de chaque tronçon d'une conduite**

Les débits en route de chaque tronçon d'une conduite se déterminent par la relation suivante :

$$Q_{rti} = Q_{sp} * L_i \tag{VIII.4}$$

Avec

$Q_{sp}$  : Débit spécifique (l/s .m)

$Q_{rti}$  : Débit en route du tronçon considéré de la conduite (l/s)

$L_i$  : Longueur du tronçon considéré de la conduite (m)

**VIII.5.5- Détermination des débits aux nœuds**

Le débit de consommation à un nœud du réseau est la somme de la moitié des débits en route des tronçons ayant en commun le nœud considéré augmenté du débit concentré en ce nœud. La formule mathématique est comme suit :

$$Q_i = \sum \frac{1}{2} \times Q_{rji} + Q_{ci} \tag{VIII.5}$$

Avec

$Q_i$  : Le débit au nœud i (l/s)

$Q_{rji}$  : Le débit en route de la conduite j raccordé au nœud i (l/s)

$Q_{ci}$  : Le débit concentré au nœud i

**VIII.5.5.1-Calcul des différents débits du réseau**

**A- Zone haute**

Les différents résultats de calcul des débits est regroupés dans les tableaux suivants :

Nœud	Altitude (m)	Tronçons partages	Longueur (ml)	$Q_{sp}$ (Sr1) (l/s/ml)	$Q_{rti}$ (l/s)	$Q_{nœud}$ (l/s)
N1-1	578,7	C1-1	20	0,002778	0,05556	0,251409
		C1-2	161	0,002778	0,447258	
		C1-9	110	0,002778	0,30558	
N1-2	583,6	C1-2	161	0,002778	0,447258	0,409755
		C1-3	134	0,002778	0,372252	
N1-3	585,9	C1-3	134	0,002778	0,372252	0,262521
		C1-4	55	0,002778	0,15279	

N1-4	577,8	C1-4	55	0,002778	0,15279	0,284745
		C1-5	40	0,002778	0,11112	
		C1-6	110	0,002778	0,30558	
N1-5	571,5	C1-5	40	0,002778	0,11112	0,05556
N1-6	557,9	C1-6	110	0,002778	0,30558	0,827844
		C1-7	56	0,002778	0,155568	
		C1-8	430	0,002778	1,19454	
N1-7	550,5	C1-7	56	0,002778	0,155568	0,077784
N1-8	506,8	C1-8	430	0,002778	1,19454	0,59727
N1-9	575,3	C1-9	110	0,002778	0,30558	0,15279

**Tableau (VIII.4) :** détermination des débits en nœuds secteur 1

NŒUD	ALTITUDE	TRONÇONS PARTAGES	LONGUEUR (ml)	Q <sub>sp</sub> (SR2) (l/s/ml)	Q <sub>rti</sub> (l/s)	Q <sub>nœud</sub> (l/s)
N2-1	557,2	C2-1	180	0,00116	0,2088	0,18154
		C2-2	43	0,00116	0,04988	
		C2-3	90	0,00116	0,1044	
N2-2	555,9	C2-2	43	0,00116	0,04988	0,02494
N2-3	547,1	C2-3	90	0,00116	0,1044	0,14674
		C2-4	68	0,00116	0,07888	
		C2-5	95	0,00116	0,1102	
N2-4	555	C2-4	68	0,00116	0,07888	0,03944
N2-5	531,5	C2-5	95	0,00116	0,1102	0,16414
		C2-6	133	0,00116	0,15428	
		C2-7	55	0,00116	0,0638	
N2-6	550,3	C2-6	133	0,00116	0,15428	0,07714
N2-7	524,5	C2-7	55	0,00116	0,0638	0,14674
		C2-8	118	0,00116	0,13688	
		C2-9	80	0,00116	0,0928	
N2-8	530,3	C2-8	118	0,00116	0,13688	0,06844

N2-9	519,1	C2-9	80	0,00116	0,0928	0,0464
N2-10	521,5	C2-10	84	0,00116	0,09744	0,15892
		C2-11	50	0,00116	0,058	
		C2-14	140	0,00116	0,1624	
N2-11	521,8	C2-11	50	0,00116	0,058	0,1479
		C2-12	175	0,00116	0,203	
		C2-17	30	0,00116	0,0348	
N2-12	502	C2-12	175	0,00116	0,203	0,29522
		C2-13	334	0,00116	0,38744	
N2-13	470,3	C2-13	334	0,00116	0,38744	0,19372
N2-14	514	C2-14	140	0,00116	0,1624	0,2958
		C2-15	210	0,00116	0,2436	
		C2-16	160	0,00116	0,1856	
N2-15	491,8	C2-15	210	0,00116	0,2436	0,1218
N2-16	501,1	C2-16	160	0,00116	0,1856	0,0928
N2-17	521,9	C2-17	30	0,00116	0,0348	0,17168
		C2-18	40	0,00116	0,0464	
		C2-22	226	0,00116	0,26216	
N2-18	518,7	C2-18	40	0,00116	0,0464	0,0754
		C2-19	72	0,00116	0,08352	
		C4-1	18	0,00116	0,02088	
N2-19	513,4	C2-19	72	0,00116	0,08352	0,2842
		C2-20	215	0,00116	0,2494	
		C2-21	203	0,00116	0,23548	
N2-20	503	C2-20	215	0,00116	0,2494	0,1247
N2-21	492,3	C2-21	203	0,00116	0,23548	0,11774
N2-22	515,2	C2-22	226	0,00116	0,26216	0,13108

**Tableau (VIII.5) : détermination des débits en nœuds secteur 2**

Nœud	Altitude	Tronçons partages	Longueur (ml)	Qsp (Sr3) (l/s/ml)	Q <sub>rti</sub> (l/s)	Q <sub>nœud</sub> (l/s)
N3-1	514,8	C3-1	52	0,001539	0,080028	0,126198
		C3-2	60	0,001539	0,09234	
		C3-3	52	0,001539	0,080028	
N3-2	511,2	C3-2	60	0,001539	0,09234	0,04617
N3-3	509,6	C3-3	104	0,001539	0,160056	0,3008745
		C3-4	287	0,001539	0,441693	
N3-4	502,8	C3-4	287	0,001539	0,441693	0,318573
		C3-5	45	0,001539	0,069255	
		C3-6	82	0,001539	0,126198	
N3-5	493,9	C3-5	45	0,001539	0,069255	0,0346275
N3-6	501,1	C3-6	82	0,001539	0,126198	0,1962225
		C3-7	78	0,001539	0,120042	
		C3-8	95	0,001539	0,146205	
N3-7	511,4	C3-7	78	0,001539	0,120042	0,060021
N3-8	498,5	C3-8	95	0,001539	0,146205	0,2577825
		C3-9	240	0,001539	0,36936	
N3-9	490,6	C3-9	240	0,001539	0,36936	0,437076
		C3-10	80	0,001539	0,12312	
		C3-11	248	0,001539	0,381672	
N3-10	485,3	C3-10	80	0,001539	0,12312	0,06156
N3-11	501,3	C3-11	248	0,001539	0,381672	0,190836

Tableau (VIII.6) : détermination des débits en nœuds secteur 3

NŒUD	ALTITUDE	TRONÇONS PARTAGES	LONGUEUR (ml)	Q <sub>sp</sub> (SR4) (l/s/ml)	Q <sub>rti</sub> (l/s)	Q <sub>nœud</sub> (l/s)
N4-1	518,9	C4-1	38	0,003957	0,150366	0,2670975
		C4-2	79	0,003957	0,312603	
		C4-3	18	0,003957	0,071226	
N4-2	516,2	C4-2	79	0,003957	0,312603	0,1563015
N4-3	519,5	C4-3	18	0,003957	0,071226	0,280947
		C4-4	115	0,003957	0,455055	
		C4-5	9	0,003957	0,035613	
N4-4	509,5	C4-4	115	0,003957	0,455055	0,2275275
N4-5	520,1	C4-5	9	0,003957	0,035613	0,300732
		C4-6	50	0,003957	0,19785	
		C4-13	93	0,003957	0,368001	
N4-6	520,6	C4-6	50	0,003957	0,19785	0,5559585
		C4-7	70	0,003957	0,27699	
		C4-8	161	0,003957	0,637077	
N4-7	528,7	C4-7	70	0,003957	0,27699	0,138495
N4-8	528,2	C4-8	161	0,003957	0,637077	0,581679
		C4-9	37	0,003957	0,146409	
		C4-10	96	0,003957	0,379872	
N4-9	526,2	C4-9	37	0,003957	0,146409	0,0732045
N4-10	535,4	C4-10	96	0,003957	0,379872	0,3937215
		C4-11	47	0,003957	0,185979	
		C4-12	56	0,003957	0,221592	
N4-11	531,1	C4-11	47	0,003957	0,185979	0,0929895
N4-12	539,7	C4-12	56	0,003957	0,221592	0,110796
N4-13	530,8	C4-13	93	0,003957	0,368001	0,4095495
		C4-14	72	0,003957	0,284904	
		C4-15	42	0,003957	0,166194	
N4-14	507,3	C4-14	72	0,003957	0,284904	0,142452

N4-15	534,9	C4-15	42	0,003957	0,166194	0,4174635
		C4-16	54	0,003957	0,213678	
		C4-17	115	0,003957	0,455055	
N4-16	521	C4-16	54	0,003957	0,213678	0,106839
N4-17	550,6	C4-17	115	0,003957	0,455055	0,6548835
		C4-18	58	0,003957	0,229506	
		C4-19	158	0,003957	0,625206	
N4-18	551,9	C4-18	58	0,003957	0,229506	0,114753
N4-19	541,8	C4-19	158	0,003957	0,625206	0,312603

**Tableau (VIII.7) :** détermination des débits en nœuds secteur 4

**B- Zone basse :**

Les différents résultats de calcul des débits est regroupés dans les tableaux suivants :

Nœud	Altitude	Tronçons partages	Longueur (ml)	Q <sub>sp</sub> (Sra) (l/s/ml)	Q <sub>rti</sub> (l/s)	Q <sub>nœud</sub> (l/s)
NA-1	501,1	CA-1	263	0,001826	0,480238	0,417241
		CA-2	194	0,001826	0,354244	
NA-2	498,9	CA-2	194	0,001826	0,354244	0,268422
		CA-3	100	0,001826	0,1826	
NA-3	490,2	CA-3	100	0,001826	0,1826	0,368852
		CA-4	199	0,001826	0,363374	
		CA-5	105	0,001826	0,19173	
NA-4	470,3	CA-4	199	0,001826	0,363374	0,181687
NA-5	480,5	CA-5	105	0,001826	0,19173	0,360635
		CA-6	110	0,001826	0,20086	
		CA-7	180	0,001826	0,32868	
NA-6	470,8	CA-6	110	0,001826	0,20086	0,10043
NA-7	464,5	CA-7	180	0,001826	0,32868	0,314072
		CA-8	52	0,001826	0,094952	

		CA-9	112	0,001826	0,204512	
NA-8	452,6	CA-8	52	0,001826	0,094952	0,047476
NA-9	463,4	CA-9	112	0,001826	0,204512	0,225511
		CA-10	45	0,001826	0,08217	
		CA-11	90	0,001826	0,16434	
NA-10	461,9	CA-10	45	0,001826	0,08217	0,041085
NA-11	461,7	CA-11	90	0,001826	0,16434	0,680185
		CA-12	150	0,001826	0,2739	
		CA-13	505	0,001826	0,92213	
NA-12	449,7	CA-12	150	0,001826	0,2739	0,13695
NA-13	445,2	CA-13	505	0,001826	0,92213	0,85822
		CA-14	165	0,001826	0,30129	
		CA-15	270	0,001826	0,49302	
NA-14	431,8	CA-14	165	0,001826	0,30129	0,150645
NA-15	443,5	CA-15	270	0,001826	0,49302	1,080992
		CA-16	410	0,001826	0,74866	
		CA-17	504	0,001826	0,920304	
NA-16	416,1	CA-16	410	0,001826	0,74866	0,37433
NA-17	483,4	CA-17	504	0,001826	0,920304	0,460152

**Tableau (VIII.8) : détermination des débits en nœuds secteur A**

Nœud	Altitude	Tronçons partages	Longueur (ml)	Q <sub>sp</sub> (Srb) (l/s/ml)	Q <sub>rti</sub> (l/s)	Q <sub>nœud</sub> (l/s)
NB-1	501,1	CB-1	263	0,001826	0,480238	0,53867
		CB-2	90	0,001826	0,16434	
		CB-11	237	0,001826	0,432762	
NB-2	495	CB-2	90	0,001826	0,16434	0,405372
		CB-3	90	0,001826	0,16434	
		CB-4	264	0,001826	0,482064	

NB-3	492,7	CB-3	90	0,001826	0,16434	0,08217
NB-4	475,3	CB-4	264	0,001826	0,482064	1,23255
		CB-5	542	0,001826	0,989692	
		CB-8	544	0,001826	0,993344	
NB-5	457	CB-5	542	0,001826	0,989692	0,836308
		CB-6	188	0,001826	0,343288	
		CB-7	186	0,001826	0,339636	
NB-6	449,6	CB-6	188	0,001826	0,343288	0,171644
NB-7	440,3	CB-7	186	0,001826	0,339636	0,169818
NB-8	437,7	CB-8	544	0,001826	0,993344	0,802527
		CB-9	135	0,001826	0,24651	
		CB-10	200	0,001826	0,3652	
NB-9	440,7	CB-9	135	0,001826	0,24651	0,123255
NB-10	431,9	CB-10	200	0,001826	0,3652	0,1826
NB-11	499,6	CB-11	237	0,001826	0,432762	0,720357
		CB-12	320	0,001826	0,58432	
		CB-13	232	0,001826	0,423632	
NB-12	471,6	CB-12	320	0,001826	0,58432	0,29216
NB-13	482,4	CB-13	232	0,001826	0,423632	0,578842
		CB-14	210	0,001826	0,38346	
		CB-15	192	0,001826	0,350592	
NB-14	463,8	CB-14	210	0,001826	0,38346	0,19173
NB-15	462,2	CB-15	192	0,001826	0,350592	0,780615
		CB-16	325	0,001826	0,59345	
		CB-17	338	0,001826	0,617188	
NB-16	415,1	CB-16	325	0,001826	0,59345	0,296725
NB-17	409	CB-17	338	0,001826	0,617188	0,308594

**Tableau (VIII.9) : détermination des débits en nœuds secteur B**

Nœud	Altitude	Tronçons partages	Longueur (ml)	Q <sub>sp01</sub> (l/s/ml)	Q <sub>rti</sub> (l/s)	Q <sub>nœud</sub> (l/s)
NC-1	464,2	CC-1	188	0,001826	0,343288	0,954998
		CC-2	528	0,001826	0,964128	
		CC-3	330	0,001826	0,60258	
NC-2	405,1	CC-2	528	0,001826	0,964128	0,482064
NC-3	455,5	CC-3	330	0,001826	0,60258	0,878306
		CC-4	362	0,001826	0,661012	
		CC-7	270	0,001826	0,49302	
NC-4	444,6	CC-4	362	0,001826	0,661012	0,935825
		CC-5	215	0,001826	0,39259	
		CC-6	448	0,001826	0,818048	
NC-5	411,2	CC-5	215	0,001826	0,39259	0,196295
NC-6	383	CC-6	448	0,001826	0,818048	0,409024
NC-7	445,3	CC-7	270	0,001826	0,49302	1,091948
		CC-8	544	0,001826	0,993344	
		CC-9	382	0,001826	0,697532	
NC-8	387,4	CC-8	544	0,001826	0,993344	0,496672
NC-9	425,5	CC-9	382	0,001826	0,697532	1,038994
		CC-10	344	0,001826	0,628144	
		CC-11	412	0,001826	0,752312	
NC-10	379,7	CC-10	344	0,001826	0,628144	0,314072
NC-11	403,3	CC-11	412	0,001826	0,752312	0,376156

Tableau (VIII.10) : détermination des débits en nœuds secteur C

**VIII.5.6- Dimensionnement des conduites alimentant les brises de charge**

**VIII.5.6-1- Longueur des conduites**

<b>Adduction</b>	<b>Départ</b>	<b>Arrive</b>	<b>Longueur(m)</b>
Conduite 01	RV 300m <sup>3</sup>	Brise de charge 01	670
Conduite 02	Brise de charge 01	Brise de charge 02	670

**Tableau (VIII.11) :** Linéaire des conduites alimentant les brises-chargees

Avec un linéaire total de L = 1340 ml.

**VIII.5.6.2- Dimensionnement des conduites**

<b>Conduite</b>	<b>Q (l/s)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>D<sub>int.</sub> (mm)</b>	<b>DN (mm)</b>	<b>PN (bar)</b>	<b>j (m/ml)</b>	<b>L(m)</b>	<b>ΔH (m)</b>
Conduite 01	20,304	0,97	163,6	200	16	0,00559	670	3,745
Conduite 02	6,904	1,086	90	110	16	0,01393	670	9,333

**Tableau (VIII.12) :** Caractéristiques des conduites alimentant les brises-chargees

Avec

Q : débit véhiculé (l/s)

V : vitesse d'écoulement (m/s)

D : diamètre extérieur de la conduite (mm)

D<sub>int.</sub> : diamètre intérieur de la conduite (mm)

PN : pression de service de la conduite (barre)

ΔH : pertes de charge linéaire (m)

**VIII.5.6.3- La pression à l'arrivée des brises de charge**

<b>Nœuds</b>	<b>Élévation (M)</b>	<b>Cote Piézométrique (M)</b>	<b>Pression Au Sol (M.C.E)</b>	<b>Pression Statique (M.C.E)</b>
RV 300m <sup>3</sup>	579,37	579,37	0	0
B-Ch (1)	523	575,83	52,625	56,40
B-Ch (2)	481,78	519,42	31.89	41.22

**Tableau (VIII.13) :** Caractéristiques des conduites alimentant les brises-chargees

Avec

Pression dynamique : pression en cas d'écoulement.

Pression statique : pression en cas d'arrêt est égale à la hauteur géométrique.

### **VIII.5.7-Dimensionnement du réseau de distribution**

Après avoir préparé tous les données nécessaires (voir les tableaux ci-dessus), à l'aide du logiciel EPANET, on a pu dimensionner le réseau de distribution d'eau en suivant les étapes présente ci-dessous :

- Dessiner un réseau représentant le système de distribution
- Saisir les propriétés des éléments du réseau ;
  - Nœud (altitude, débit au nœud)
  - Conduite (nœud de départ et nœud d'arrivée, débit en route, longueur, coefficient HW)
  - Réservoir (cote radier, charge min. charge max. Diamètre)
- Sélectionner un ensemble d'option ;
- Lancer la simulation hydraulique ;
- Visualiser les résultats ;
- Choisir les diamètres, bien sûr après plusieurs tâtonnements, qui donnent des vitesses entre 0.5 et 1.5 m/s.

#### **VIII.5.7.1-Formule de pertes de charge utilisées**

Les pertes de charge représentent une portion de l'énergie mécanique de l'eau qui se transforme en chaleur, sous l'effet du frottement entre les particules de l'eau et les parois des conduites.

La perte de charge est calculée par la formule de Hazen et William suivante :

$$J = (10,65 \times Q^{1,852}) / (C^{1,852} \times D^{4,87}) \quad \text{(VIII.6)}$$

Avec

C : coefficient de Hazen et William prie égal à 140.

**VIII.5.7.2-Résultats de la simulation du réseau avec EPANET**

Les résultats obtenus après dimensionnement sont consignés dans les tableaux ci-dessus :

Diamètre Nominal	PN 16	
	Epaisseur	Diamètre Intérieur
20	2.0	16
25	2.3	20.4
32	3.0	26
40	4.5	31
50	5.6	38.8
63	7.1	48.8
75	8.4	58.2
90	8.2	73.6
110	10	90
125	11.4	102.2
160	14.6	130.8
200	18.2	163.6
250	22.7	204.6

**Tableau (VIII.14) : Diamètres intérieurs des conduites PEHD PN16**

**A-Zone haute :**

Cond.	D.in. (mm)	DN (mm)	Débit l/s	V m/s	P. Ch. m/km	Cond.	D.in. (mm)	DN (mm)	Débit l/s	V m/s	P. Ch. m/km
C1-1	73,6	90	2,92	0,69	7,56	C3-7	16	20	0,06	0,3	9,61
C1-2	51,4	63	2,52	1,21	32,98	C3-8	40,8	50	0,95	0,72	16,65
C1-3	61,4	75	2,11	0,71	9,98	C3-9	40,8	50	0,69	0,53	9,24
C1-4	51,4	63	1,84	0,89	18,54	C3-10	16	20	0,06	0,31	10,07
C1-5	16	20	0,06	0,28	8,33	C2-18	90	110	5,94	0,93	10,58
C1-6	61,4	75	1,5	0,51	5,34	C2-19	32,6	40	0,53	0,63	16,74
C1-7	16	20	0,08	0,39	15,53	C4-1	90	110	5,34	0,84	8,68
C1-8	32,6	40	0,6	0,72	21,13	C4-2	16	20	0,16	0,78	56,54

C2-20	16	20	0,12	0,62	37,21	C4-3	90	110	4,91	0,77	7,45
C2-21	16	20	0,12	0,59	33,46	C4-4	20,4	25	0,23	0,7	34,71
C2-1	102,2	125	10,47	1,28	16,28	C4-5	90	110	4,41	0,69	6,08
C2-2	16	20	0,02	0,12	1,89	C4-6	61,4	75	1,95	0,66	8,63
C2-3	130,8	160	10,27	0,76	4,72	C4-7	16	20	0,14	0,69	45,19
C2-5	130,8	160	10,08	0,75	4,56	C4-8	40,8	50	1,25	0,96	27,92
C2-6	16	20	0,08	0,38	15,29	C4-9	16	20	0,07	0,36	13,88
C2-8	16	20	0,07	0,34	12,25	C4-10	32,6	40	0,6	0,72	21,15
C2-10	102,2	125	7,55	0,92	8,88	C4-11	16	20	0,09	0,46	21,61
C2-11	102,2	125	6,88	0,84	7,47	C4-12	16	20	0,11	0,55	29,89
C2-12	32,6	40	0,49	0,59	14,59	C4-13	61,4	75	2,16	0,73	10,45
C2-13	20,4	25	0,19	0,59	25,77	C4-14	16	20	0,14	0,71	47,61
C2-17	102,2	125	6,24	0,76	6,24	C4-15	51,4	63	1,61	0,77	14,38
C2-22	16	20	0,13	0,65	40,81	C4-16	16	20	0,11	0,53	27,95
C2-14	32,6	40	0,51	0,61	15,8	C4-17	40,8	50	1,08	0,83	21,3
C2-15	16	20	0,12	0,61	35,62	C4-18	16	20	0,11	0,57	31,9
C2-16	16	20	0,09	0,46	21,53	C4-19	26	32	0,31	0,59	19,18
C3-1	51,4	63	2,03	0,98	22,17	C1-9	16	20	0,15	0,76	54,21
C3-2	16	20	0,05	0,23	5,91	C2-7	130,8	160	9,84	0,73	4,36
C3-3	51,4	63	1,86	0,9	18,81	C3-11	20,4	25	0,19	0,58	25,06
C3-4	51,4	63	1,56	0,75	13,56	C2-4	16	20	0,04	0,2	4,41
C3-5	16	20	0,03	0,17	3,47	C2-9	130,8	160	9,63	0,72	4,19
C3-6	40,8	50	1,2	0,92	25,93	/	/	/	/	/	/

**Tableau (VIII.15) :** Etat des conduites de la partie haute

La simulation a donné les résultats des pressions au niveau des nœuds, qui sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Nœud	cote (m)	Pression au sol (m)	Nœud	cote (m)	Pression au sol (m)
N1-1	578,70	14,85	N3-1	514,80	73,38
N1-2	583,60	4,64	N3-2	511,20	76,63
N1-3	584,00	2,00	N3-3	509,60	77,61
N1-4	577,80	8,08	N3-4	502,80	80,51

N1-5	571,50	14,05	N3-5	493,90	89,26
N1-6	557,90	27,39	N3-6	501,10	80,09
N1-7	550,50	33,92	N3-7	511,40	69,04
N1-8	506,80	69,41	N3-8	498,50	81,11
N1-9	575,30	12,29	N3-9	490,60	86,79
N2-1	557,20	33,57	N3-10	485,30	91,28
N2-2	555,90	34,79	N3-11	501,30	69,87
N2-3	547,10	43,25	N4-1	518,90	68,38
N2-4	555,00	35,04	N4-2	516,20	66,61
N2-5	531,50	58,41	N4-3	519,50	67,64
N2-6	550,30	37,58	N4-4	509,50	73,65
N2-7	524,50	65,17	N4-5	520,10	66,99
N2-8	530,30	57,93	N4-6	520,60	66,06
N2-9	519,10	70,24	N4-7	528,70	54,79
N2-10	521,50	67,09	N4-8	528,20	53,96
N2-14	514,00	72,38	N4-9	526,20	55,45
N2-15	491,80	87,1	N4-10	535,40	44,73
N2-16	501,10	81,84	N4-11	531,10	48,02
N2-11	521,80	66,42	N4-12	539,70	38,76
N2-12	502,00	83,67	N4-13	530,80	55,32
N2-13	470,30	106,76	N4-14	507,30	75,39
N2-17	521,90	66,13	N4-15	534,90	50,61
N2-22	515,20	63,61	N4-16	521,00	63,00
N2-18	518,70	68,91	N4-17	550,60	32,46
N2-19	513,40	73	N4-18	551,90	29,31
N2-20	503,00	75,4	N4-19	541,80	38,23
N2-21	492,30	87,31	R1	591,70	2,00

**Tableau (VIII.16) : Etat des nœuds de la partie haute**

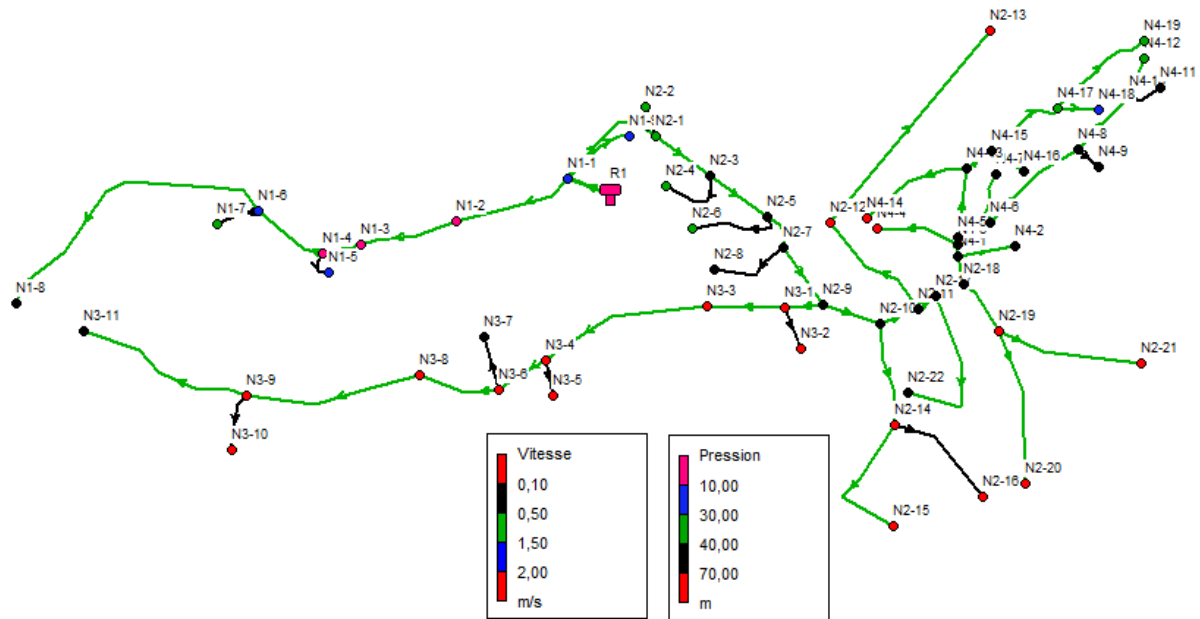


Figure (VIII. 4) : Etat des nœuds et des conduites de la partie haute.

**B-Zone basse :**

Cond.	D.in. (mm)	DN (mm)	Débit l/s	V m/s	P. Ch. m/km	Cond.	D.in. (mm)	DN (mm)	Débit l/s	V m/s	P. Ch. m/km
C1	163,6	200	20,304	0,97	5,59	CA-14	16	20	0,15	0,75	52,81
CB-1	130,8	160	7,71	0,57	2,78	CA-15	51,4	63	1,92	0,92	19,91
CA-1	102,2	125	6,07	0,74	5,92	CA-16	26	32	0,37	0,71	26,78
CB-2	90	110	4,01	0,63	5,1	CA-17	32,6	40	0,46	0,55	13,04
CB-4	61,4	75	3,52	1,19	25,83	C2	90	110	6,904	1,086	13,93
CB-3	16	20	0,08	0,41	17,19	CB-17	26	32	0,31	0,58	18,72
CB-11	61,4	75	3,17	1,07	21,28	CC-1	130,8	160	7,53	0,56	2,65
CB-12	20,4	25	0,29	0,89	55,15	CC3	102,2	125	6,09	0,74	5,96
CB-13	61,4	75	2,16	0,73	10,43	CC-7	61,4	75	3,67	1,24	27,91
CB-14	20,4	25	0,19	0,59	25,28	CC-2	26	32	0,48	0,91	42,77
CB-15	40,8	50	1,39	1,06	33,68	CC-4	40,8	50	1,54	1,18	41
CB-16	26	32	0,3	0,56	17,41	CC-8	32,6	40	0,5	0,6	15,02
CA-2	102,2	125	5,65	0,69	5,19	CC-5	20,4	25	0,2	0,6	26,4

CA-3	102,2	125	5,38	0,66	4,74	CC-9	61,4	75	2,08	0,7	9,76
CA-5	90	110	4,83	0,76	7,21	CC-10	26	32	0,31	0,59	19,34
CA-6	16	20	0,1	0,5	24,92	CC-6	20,4	25	0,41	1,25	102,84
CA-4	20,4	25	0,18	0,56	22,88	CC-11	26	32	0,38	0,71	27,02
CA-7	90	110	4,37	0,69	5,99	CB-5	32,6	40	1,18	1,41	74,32
CA-8	16	20	0,05	0,24	6,22	CB-7	20,4	25	0,17	0,52	20,19
CA-9	90	110	4,01	0,63	5,1	CB-6	20,4	25	0,17	0,53	20,59
CA-10	16	20	0,04	0,2	4,76	CB-8	40,8	50	1,11	0,85	22,27
CA-11	73,6	90	3,74	0,88	11,97	CB-9	20,4	25	0,18	0,56	23,09
CA-12	16	20	0,14	0,68	44,26	CB-10	16	20	0,12	0,61	36,42
CA-13	61,4	75	2,92	0,99	18,34	/	/	/	/	/	/

**Tableau (VIII.17) :** Etat des conduites de la partie basse

La simulation a donné les résultats des pressions au niveau des nœuds, qui sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Nœud	cote (m)	Pression au sol (m)	Nœud	cote (m)	Pression au sol (m)
N1-1	578,70	14,85	N3-1	514,80	73,38
N1-2	583,60	4,64	N3-2	511,20	76,63
N1-3	585,90	1	N3-3	509,60	77,61
N1-4	577,80	8,08	N3-4	502,80	80,51
N1-5	571,50	14,05	N3-5	493,90	89,26
N1-6	557,90	27,39	N3-6	501,10	80,09
N1-7	550,50	33,92	N3-7	511,40	69,04
N1-8	506,80	69,41	N3-8	498,50	81,11
N1-9	575,30	12,29	N3-9	490,60	86,79
N2-1	557,20	33,57	N3-10	485,30	91,28
N2-2	555,90	34,79	N3-11	501,30	69,87
N2-3	547,10	43,25	N4-1	518,90	68,38
N2-4	555,00	35,04	N4-2	516,20	66,61
N2-5	531,50	58,41	N4-3	519,50	67,64

N2-6	550,30	37,58	N4-4	509,50	73,65
N2-7	524,50	65,17	N4-5	520,10	66,99
N2-8	530,30	57,93	N4-6	520,60	66,06
N2-9	519,10	70,24	N4-7	528,70	54,79
N2-10	521,50	67,09	N4-8	528,20	53,96
N2-14	514,00	72,38	N4-9	526,20	55,45
N2-15	491,80	87,1	N4-10	535,40	44,73
N2-16	501,10	81,84	N4-11	531,10	48,02
N2-11	521,80	66,42	N4-12	539,70	38,76
N2-12	502,00	83,67	N4-13	530,80	55,32
N2-13	470,30	106,76	N4-14	507,30	75,39
N2-17	521,90	66,13	N4-15	534,90	50,61
N2-22	515,20	63,61	N4-16	521,00	63
N2-18	518,70	68,91	N4-17	550,60	32,46
N2-19	513,40	73	N4-18	551,90	29,31
N2-20	503,00	75,4	N4-19	541,80	38,23
N2-21	492,30	87,31	R1	591,70	2

Tableau (VIII.18) : Etat des nœuds de la partie basse

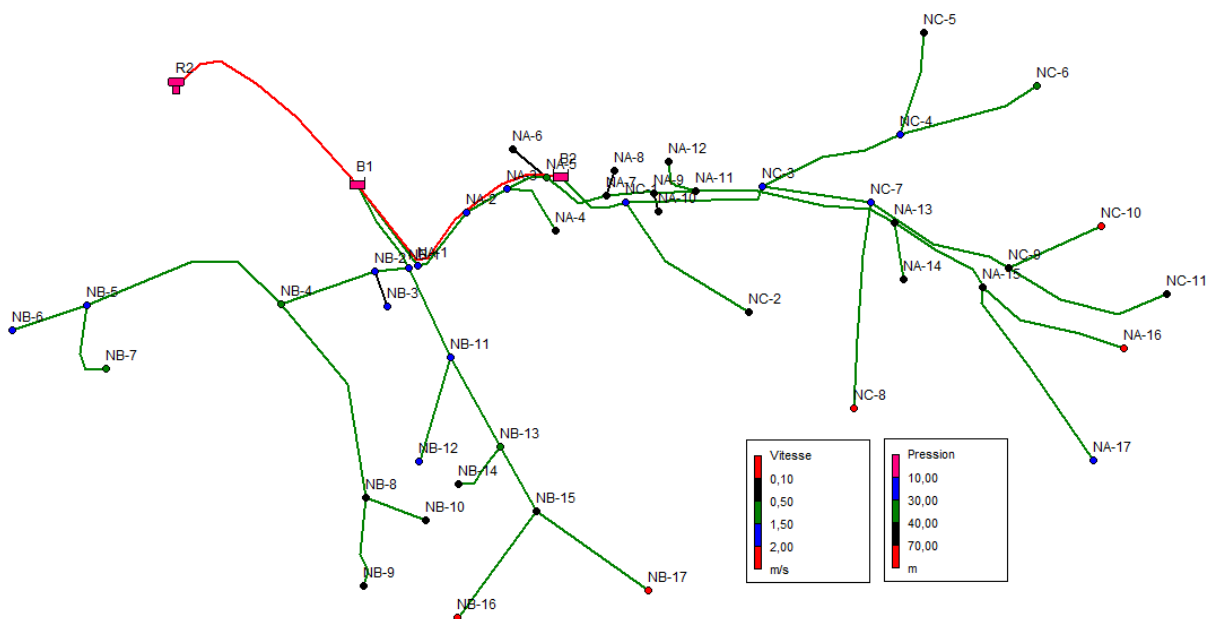


Figure (VIII.5) : Etat des nœuds et des conduites de la partie basse.

**VIII.8- Conclusion**

Dans ce chapitre consacré au dimensionnement du réseau de distribution du village Ait Zellal dont le réseau est de type ramifié, on a déterminé les diamètres des différents tronçons en vérifiant les paramètres de vitesse et pression, au niveau de ces tuyaux et, et cela a été effectué à l'aide du logiciel EPANET. Pour les nœuds dont la pression au sol dépasse 70 m on préconise des réducteurs de pression.

On a opté pour des conduites en PEHD PN16 par mesure de sécurité et de bon fonctionnement de l'alimentation.

Au cours de ce présent travail, nous pensons avoir cerné les différentes phases de conception et d'étude d'un projet d'adduction en eau potable.

Lors de cette étude, nous avons essayé de résoudre les problèmes liés à l'approvisionnement en eau potable du village d'AIT ZELLAL de la commune de SOUAMAA, où il s'est avéré nécessaire de renforcer l'alimentation par la réalisation d'un piquage au niveau de la conduite du transfert Taksebt Freha Azazga.

Après avoir estimé les différents besoins en eau aux divers horizons, nous avons constaté que ces besoins estimés à long terme, qui sont de  $1730.18 \text{ m}^3/\text{j}$  soit  $20.03 \text{ l/s}$  ; sont bien loin d'être satisfaits par rapport au débit journalier fourni par les deux forages (AZ3, AZ8) existants dans la zone d'étude, qui est de  $281,17 \text{ m}^3/\text{j}$ , soit de  $3,26 \text{ l/s}$ . Par conséquent, on a un déficit de  $16.77 \text{ l/s}$ .

Dans le but de remédier à ce problème, il a été préconisé de renforcer la chaîne d'alimentation en eau potable par la projection d'un point de piquage au niveau de la conduite de transfert Taksebt Freha Azazga, avec un débit d'exploitation de  $16.77 \text{ l/s}$ .

Afin d'assurer l'alimentation en eau potable dans la zone d'étude, et son acheminement par refoulement et après avoir évalué le volume de régulation, nous avons constaté la nécessité de réaliser, à côté du réservoir surélevé existant, un réservoir semi-enterré de  $300\text{m}^3$ .

Pour les conduites d'adduction par refoulement, nous avons choisi les conduites en acier avec des diamètres économiques et des vitesses acceptables.

Le choix des pompes a été porté sur les pompes centrifuges multicellulaire à axe horizontal pour les stations de reprises, et des pompes émergées à axe verticales pour les deux forages, vu leur rendement qui est très élevé. Le choix a été réalisé par le logiciel CAPRARI, qui donne des résultats plus précis que l'utilisation d'un catalogue.

Ensuite on est passé à la vérification du risque d'apparition du coup de bélier afin de protéger le système d'adduction, après avoir fait les calculs des dépressions et surpressions nous avons constaté que les deux tronçons (SR1-SR2) et (SR2-Belghozli) nécessitent des dispositifs anti-bélier et prévoit des réservoirs d'air.

Concernant le réseau de distribution qui prend une ossature ramifiée, nous avons modifié quelques points dans le réseau existant et nous avons remédiés au changement des

anciennes conduites par des conduites en PEHD (PN16) puis on a déterminé les diamètres des différents tronçons de telle sorte à obtenir une vitesse comprise entre [0,5 m/s ; 1,5 m/s] et une pression acceptable.

Dans le souci d'avoir un bon réseau de distribution, à savoir d'assurer une pression de service suffisante au niveau des ménages sans pour autant endommager les canalisations et les équipements du même réseau à cause des fortes pressions, nous recommandons la projection de deux (02) brise-charges au niveau du réseau 02 (R02) avec la possibilité d'installer des réducteurs de pression individuels au niveau des ménages exposés à des pressions au sol dépassent les 07 bars.

Néanmoins, la réalisation d'une telle étude ne suffit pas pour résoudre définitivement le problème de distribution d'eau potable, mais cela dépend aussi de la surveillance du réseau et son entretien.

Enfin, nous estimons que notre étude a été menée correctement et qu'elle puisse servir de guide pour les promotions à venir.

## Références Bibliographiques

[1] : Plan directeur d'aménagement urbain (PDAU)

[2] : **Dupont, A.**, "Hydraulique Urbaine ", Tome II : Ouvrage de transport-Elévation et distribution des eaux, *Edition Eyrolles*, Paris, 484 pages, 1979.

[3] : **TECHNIQUES DE L'INGENIEUR** : « Adduction et distribution des eaux », 195 pages

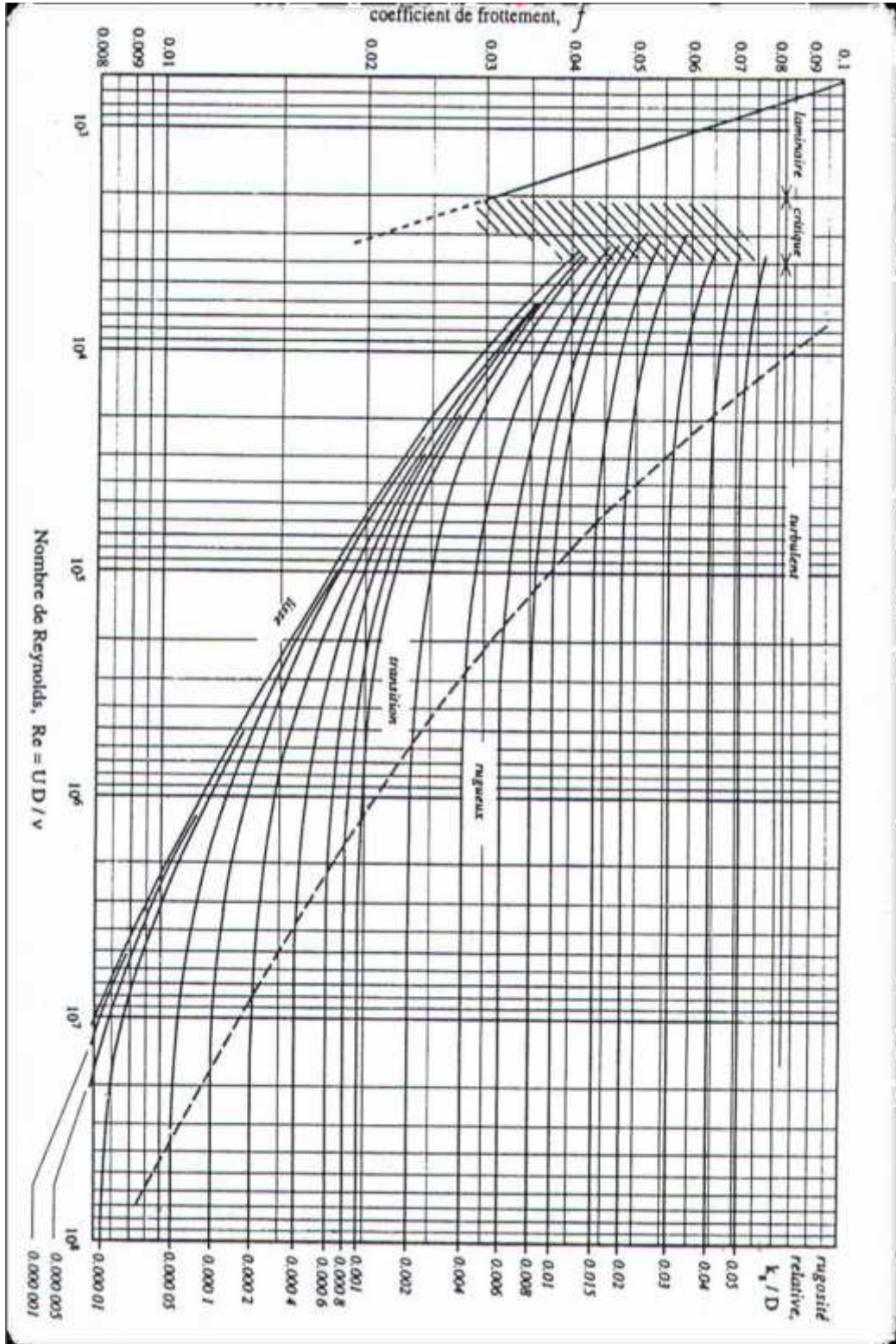
[4] : **BONVIN, J.** : « Hydraulique urbaine », Tome I : Captage–Réseaux d'adduction–Réservoirs–Réseaux de distribution–Equipement–Pompes–Petites centrales hydrauliques. Version 2005.

[5] : **Bonnin, J** "Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance", Collection de la direction des études et recherche d'électricité de France, *Edition Eyrolles*, 216 pages, 1977.

[6] **TIGHREMT, S et HABIB, T**, .Etude du réseau de distribution d'eau potable de la ville D'AOKAS, wilaya de BEJAIA. Mémoire de fin d'étude de master Université de BEJAIA, 2014



Annexe 2: diagramme de Moody



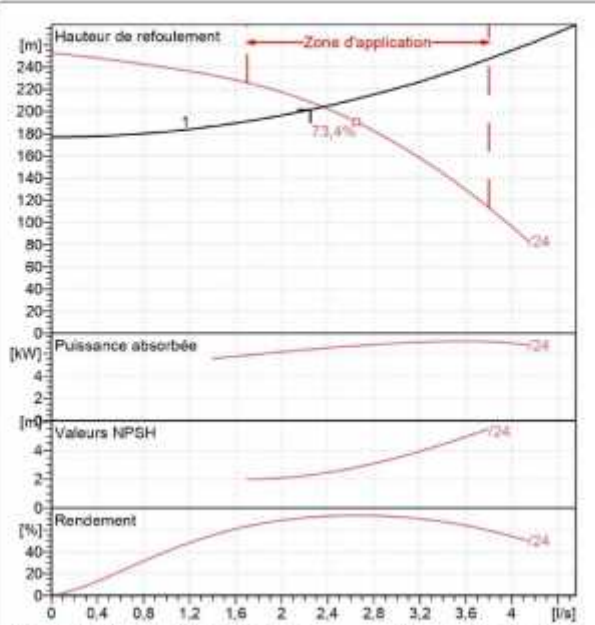
### Annexe 3: caractéristiques de la pompe de forage AZ3



## Caractéristiques techniques

COMPANY WITH INTEGRATED  
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV  
= ISO 9001:2000 =  
ISO 14001:2004

E6XD30/24 + MCR410-8			
<b>Caractéristiques requises</b>			
Débit	2,25 l/s		
Hauteur de refoulement	202 m		
Fluide	Eau potable		
Type d'installation	Pompe seule		
N.be de pompes	1		
<b>Caractéristiques de la pompe</b>			
Débit	2,36 l/s		
Hauteur de refoulement	204 m		
Puissance absorbée	6,45 kW		
Rendement	72,6%		
Hauteur manométrique H(Q=0)	253 m		
Orif. de refoulement	G2 1/2"		
<b>Caractéristiques moteur</b>			
Fréquence	50 Hz		
Tension nominale	400 V		
Vitesse nominale	2810 1/min		
Nombre de pôles	2		
Puissance P2	7,5 kW		
Intensité nominale	16,9 A		
Type de moteur	3-		
Classe d'isolation	B		
Degré de protection	IP 68		
<b>Limites opérationnelles</b>			
Démarrages / h max.	15		
Température maxi. du liquide pompé	30 °C		
Teneur maximum en matières solides	300 g/m <sup>3</sup>		
Densité max.	998 kg/m <sup>3</sup>		
Viscosité maxi.	1 mm <sup>2</sup> /s		
<b>Caractéristiques générales</b>			
Poids	51,5 kg		
<b>Matériaux</b>			
<b>CONSTRUCTION POMPE</b>			
Corps du clapet	Acier inox		
Clapet	Acier inox		
Arbre	Acier inox		
Coussinet	Acier inox		
Douille arbre	Caoutchouc		
Roue	Technopolymer		
Diffuseur	Technopolymer		
Chemise externe	Acier inox		
Gouttière protection câbles	Acier inox		
Accouplement rigide	Acier inox		
Corps aspiration	Acier inox		
Crépine	Acier inox		
Defender(R)	-		
<b>CONSTRUCTION MOTEUR</b>			
Arbre	Acier inox		
Para-sable	Caoutchouc		
Rotor	Feuille magnétique		
Stator	Feuille magnétique		
Chemise stator	Acier inox		
Bobinage MAC	HT wire		
Bobinage	Cuivre isolé		
Support inférieur MAC	Fonte		
Support inférieur	Aluminium		
<b>Notes:</b>			
Date	Page	Offre n°	Pos. N°
15.03.2021	1		1.1

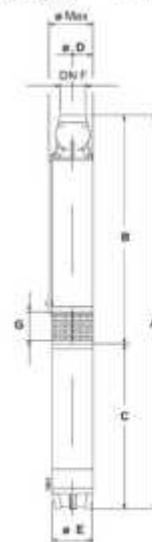


Caractéristiques de fonctionnement UNIIISO 9906 GRADE 3B

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

A = 1907  
B = 1197  
C = 770  
D = 137  
E = 96  
F = G2 1/2"  
G = 100  
Ø Max = 138

Dimensions mm



## Annexe 4: caractéristiques de la pompe de forage AZ8



### Caractéristiques techniques

COMPANY WITH INTEGRATED  
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV  
= ISO 9001:2000 =  
ISO 14001:2004



<b>E4XP35 /44+ MCR475-8V</b>				
<b>Caractéristiques requises</b>				
Débit	1,47 l/s			
Hauteur de refoulement	202 m			
Fluide		Eau potable		
Type d'installation		Pompe seule		
N.be de pompes		1		
<b>Caractéristiques de la pompe</b>				
Débit		1,63 l/s		
Hauteur de refoulement		207 m		
Puissance absorbée		4,78 kW		
Rendement		68,7%		
Hauteur manométrique H(Q=0)		293 m		
Orif. de refoulement		1 1/4"		
<b>Caractéristiques moteur</b>				
Fréquence		50 Hz		
Tension nominale		400 V		
Vitesse nominale		2820 1/min		
Nombre de pôles		2		
Puissance P2		5,5 kW		
Intensité nominale		13 A		
Type de moteur		3-		
Classe d'isolation		B		
Degré de protection		IP 68		
<b>Limites opérationnelles</b>				
Démarrages / h max.		15		
Température maxi. du liquide pompé		30 °C		
Teneur maximum en matières solides		150 g/m <sup>3</sup>		
Densité max.		998 kg/m <sup>3</sup>		
Viscosité maxi.		1 mm <sup>2</sup> /s		
<b>Caractéristiques générales</b>				
Poids		12,3 kg		
Index de rendement minimum		M.E.I. >= 0.10		
<b>Matériaux</b>				
<b>CONSTRUCTION POMPE</b>				
Corps d'aspiration et de refoulement	Fusion d'acier inox AISI 304			
Chemise externe	Acier inox AISI 304			
Arbre	Acier inox AISI 304			
Bague de protection	Fusion d'acier inox AISI 304 chromé			
Roue	Résine thermoplastique			
Diffuseur	Résine thermoplastique			
Dotés d'insert métallique, de diamètre 100 mm et chemise	Acier inox AISI 304			
Manchon d'accouplement	Acier inox AISI 316			
Gouttière protection câbles	Acier inox AISI 304			
Crépine	Acier inox AISI 304			
Clapet de retenue doté de ressort				
<b>CONSTRUCTION MOTEUR</b>				
Support supérieur	Protégé par un couvercle en acier inox.			
Arbre	Acier inox			
Chemise extérieure	Acier inox			
Étanchéité sur l'arbre, externe	Joint à lèvres en caoutchouc			
Étanchéité sur l'arbre, interne	gamiture Mécanique céramique/graphite			
Butée	Acier			
<b>Caractéristiques de fonctionnement</b>		ISO 9906 GRADE 2B		
Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]
<b>Dimensions mm</b>				
A = 1593		B = 685		
B = 685		C = 2278		
C = 2278		DN = G1 1/4"		
DN = G1 1/4"		# Max = 98		
Notes:				
Date	Page	Offre n°	Pos.N°	
15.03.2021	1		1.1	

## Annexe 5: caractéristiques de la pompe de la station de reprise SR1

<b>PM 80/ 6 B</b>																											
<b>Caractéristiques requises</b>																											
Débit	22,9 l/s																										
Hauteur de refoulement	240 m																										
Fluide	Eau potable																										
Type d'installation		Pompe seule																									
N. de pompes		1																									
<b>Caractéristiques de la pompe</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: right;">ISO 9906 GRADE 2B</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">Q [l/s]</th> <th style="width: 15%;">H [m]</th> <th style="width: 15%;">P [kW]</th> <th style="width: 15%;">Rend. [%]</th> <th style="width: 15%;">NPSH [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		ISO 9906 GRADE 2B					Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]														
ISO 9906 GRADE 2B																											
Q [l/s]	H [m]			P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]																					
Débit				23,7 l/s																							
Hauteur de refoulement		246 m																									
Puissance absorbée		75,8 kW																									
Rendement		75,2%																									
Hauteur manométrique H(Q=0)		307 m																									
Orif. de refoulement		DN80 (UNI PN40)																									
<b>Caractéristiques moteur</b>		<p><b>Caractéristiques de fonctionnement</b></p> <p style="text-align: right;">ISO 9906 GRADE 2B</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Q [l/s]</th> <th style="width: 15%;">H [m]</th> <th style="width: 15%;">P [kW]</th> <th style="width: 15%;">Rend. [%]</th> <th style="width: 15%;">NPSH [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>Dimensions mm</b></p> <p>A = 2124 B = 1737 C = 451 D = 274 Dha = DN100 (UNI PN25) Dhs = DN80 (UNI PN40) E = 186 F = 300 G = 1137 H = 486 I = 720 L = 670 M = 20 N = 140 O = 475 P = 426 Q = 665 R = 820 V = 245</p>		Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]																			
Q [l/s]	H [m]			P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]																					
Fréquence				50Hz																							
Tension nominale				400 V																							
Vitesse nominale				2960 1/min																							
Nombre de pôles				2																							
Puissance P2				90 kW																							
Intensité nominale				152 A																							
Type de moteur				3-																							
Classe d'isolation		F																									
Degré de protection		IP 55																									
<b>Limites opérationnelles</b>		<p><b>Caractéristiques générales</b></p> <p>Poids <span style="float: right;">887 kg</span></p>																									
Démarrages / h max.				5																							
Température maxi. du liquide pompé				90 °C																							
Teneur maximum en matières solides				20 g/m <sup>3</sup>																							
Densité max.				998 kg/m <sup>3</sup>																							
Viscosité maxi.				1 mm <sup>2</sup> /s																							
P2 maxi arbre pompe		174 kW																									
<b>Caractéristiques générales</b>		<p><b>Matériaux</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Corps de refoulement</td> <td style="padding: 5px;">Fonte</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Corps aspiration</td> <td style="padding: 5px;">Fonte</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Rous</td> <td style="padding: 5px;">Fonte</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Bague d'usure</td> <td style="padding: 5px;">Fonte</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Corps d'étage</td> <td style="padding: 5px;">Fonte</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Chemise</td> <td style="padding: 5px;">Fonte</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Arbre</td> <td style="padding: 5px;">Acier inox</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Douille arbre</td> <td style="padding: 5px;">Acier inox</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Anneau d'étanchéif</td> <td style="padding: 5px;">Caoutchouc au nitrile</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Roulements à billes</td> <td style="padding: 5px;">Acier</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Stuffing box</td> <td style="padding: 5px;">Fonte</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Packing</td> <td style="padding: 5px;">Tresse graphitée</td> </tr> </table>		Corps de refoulement	Fonte	Corps aspiration	Fonte	Rous	Fonte	Bague d'usure	Fonte	Corps d'étage	Fonte	Chemise	Fonte	Arbre	Acier inox	Douille arbre	Acier inox	Anneau d'étanchéif	Caoutchouc au nitrile	Roulements à billes	Acier	Stuffing box	Fonte	Packing	Tresse graphitée
Corps de refoulement	Fonte																										
Corps aspiration	Fonte																										
Rous	Fonte																										
Bague d'usure	Fonte																										
Corps d'étage	Fonte																										
Chemise	Fonte																										
Arbre	Acier inox																										
Douille arbre	Acier inox																										
Anneau d'étanchéif	Caoutchouc au nitrile																										
Roulements à billes	Acier																										
Stuffing box	Fonte																										
Packing	Tresse graphitée																										
Poids		<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>		Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1																
Date	Page			Offre n°	Pos. N°																						
15.03.2021	1				1.1																						
<b>Matériaux</b>				<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>		Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1														
Date	Page					Offre n°	Pos. N°																				
15.03.2021	1						1.1																				
Corps de refoulement	Fonte					<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>		Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1												
Date	Page							Offre n°	Pos. N°																		
15.03.2021	1								1.1																		
Corps aspiration	Fonte							<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>		Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page	Offre n°	Pos. N°																								
15.03.2021	1		1.1																								
Rous	Fonte	<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>								Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page			Offre n°	Pos. N°																						
15.03.2021	1				1.1																						
Bague d'usure	Fonte			<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>						Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page					Offre n°	Pos. N°																				
15.03.2021	1						1.1																				
Corps d'étage	Fonte					<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>				Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page							Offre n°	Pos. N°																		
15.03.2021	1								1.1																		
Chemise	Fonte							<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>		Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page	Offre n°	Pos. N°																								
15.03.2021	1		1.1																								
Arbre	Acier inox	<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>								Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page			Offre n°	Pos. N°																						
15.03.2021	1				1.1																						
Douille arbre	Acier inox			<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>						Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page					Offre n°	Pos. N°																				
15.03.2021	1						1.1																				
Anneau d'étanchéif	Caoutchouc au nitrile					<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>				Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page							Offre n°	Pos. N°																		
15.03.2021	1								1.1																		
Roulements à billes	Acier							<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>		Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page	Offre n°	Pos. N°																								
15.03.2021	1		1.1																								
Stuffing box	Fonte	<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>								Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page			Offre n°	Pos. N°																						
15.03.2021	1				1.1																						
Packing	Tresse graphitée			<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>						Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page					Offre n°	Pos. N°																				
15.03.2021	1						1.1																				
<b>Notes:</b>						<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>				Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page							Offre n°	Pos. N°																		
15.03.2021	1								1.1																		
Date								<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>		Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page	Offre n°	Pos. N°																								
15.03.2021	1		1.1																								
Page		<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>								Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page			Offre n°	Pos. N°																						
15.03.2021	1				1.1																						
Offre n°				<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>						Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page					Offre n°	Pos. N°																				
15.03.2021	1						1.1																				
Pos. N°						<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>				Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page							Offre n°	Pos. N°																		
15.03.2021	1								1.1																		
15.03.2021								<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>		Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page	Offre n°	Pos. N°																								
15.03.2021	1		1.1																								
1		<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>								Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page			Offre n°	Pos. N°																						
15.03.2021	1				1.1																						
				<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>						Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page					Offre n°	Pos. N°																				
15.03.2021	1						1.1																				
						<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>				Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page							Offre n°	Pos. N°																		
15.03.2021	1								1.1																		
								<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>		Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page	Offre n°	Pos. N°																								
15.03.2021	1		1.1																								
		<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>								Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page			Offre n°	Pos. N°																						
15.03.2021	1				1.1																						
				<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>						Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page					Offre n°	Pos. N°																				
15.03.2021	1						1.1																				
						<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>				Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page							Offre n°	Pos. N°																		
15.03.2021	1								1.1																		
								<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>		Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page	Offre n°	Pos. N°																								
15.03.2021	1		1.1																								
		<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>								Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page			Offre n°	Pos. N°																						
15.03.2021	1				1.1																						
				<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>						Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page					Offre n°	Pos. N°																				
15.03.2021	1						1.1																				
						<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>				Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page							Offre n°	Pos. N°																		
15.03.2021	1								1.1																		
								<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>		Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page	Offre n°	Pos. N°																								
15.03.2021	1		1.1																								
		<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>								Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page			Offre n°	Pos. N°																						
15.03.2021	1				1.1																						
				<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>						Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page					Offre n°	Pos. N°																				
15.03.2021	1						1.1																				
						<p><b>Notes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Date</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Page</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Offre n°</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Pos. N°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">15.03.2021</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;"> </td> <td style="padding: 5px;">1.1</td> </tr> </table>				Date	Page	Offre n°	Pos. N°	15.03.2021	1		1.1										
Date	Page							Offre n°	Pos. N°																		
15.03.2021	1								1.1																		

## Annexe 6: caractéristiques de la pompe de la station de reprise SR2



### Caractéristiques techniques

COMPANY WITH INTEGRATED  
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV  
= ISO 9001:2000 =  
ISO 14001:2004

<b>MEC-MR 80-3/2G</b>	
<b>Caractéristiques requises</b>	
Débit	22,9 l/s
Hauteur de refoulement	74,8 m
Fluide	Eau potable
Type d'installation	Pompe seule
Nbre de pompes	1
<b>Caractéristiques de la pompe</b>	
Débit	33 l/s
Hauteur de refoulement	78,3 m
Puissance absorbée	32,4 kW
Rendement	78,1%
Hauteur manométrique H(Q=0)	88,3 m
Orif. de refoulement	DN 80
<b>Caractéristiques moteur</b>	
Fréquence	Hz
Tension nominale	
Vitesse nominale	
Nombre de pôles	
Puissance P2	
Intensité nominale	
Type de moteur	
Classe d'isolation	
Degré de protection	
<b>Limites opérationnelles</b>	
Démarrages / h max.	
Température maxi. du liquide pompé	90 °C
Teneur maximum en matières solides	20 g/m <sup>3</sup>
Densité max.	998 kg/m <sup>3</sup>
Viscosité maxi.	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Caractéristiques générales</b>	
Poids	127 kg
<b>Matériaux</b>	
Corps de refoulement	Fonte
Corps aspiration	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Chaise -palier	Fonte
Roue	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier cromé
Bague d'usure	Fonte
Roulements à billes	Acier
Stuffing box	Fonte
Packing	Tresse graphitée
<b>Notes:</b>	
Date <b>15.03.2021</b>	Page <b>1</b>
Offre n°	
Pos.N° <b>1.1</b>	

**Caractéristiques de fonctionnement**      ISO 9906 GRADE 3B

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

**Dimensions      mm**

a = 38	A = 758
B = 152	b = 41
c = 10	C = 340
D = 366	e = 8
f = 8	DN <sub>as</sub> = 100/PN16
DN <sub>as</sub> = 80/PN16	E = 238
G = 80	F = 330
H = 32	G = 22
I = 200	H = 200
J = 215	I = 215
K = 190	L = 190
M = 200	M = 200
N = 300	N = 300
O = 0	O = 0
P = 0	P = 0
Q = 191	Q = 191
R = 204	R = 204
S = 180	S = 180
T = 19	T = 19

### **Annexe 7: Prix et diamètres des conduites en Acier**

DN (mm)	Dext (mm)	Prix unitaire (DA)
60	73,5	1400
80	93,3	1900
100	114,3	2200
125	139,7	3500
150	168,3	4800
200	219,1	9000
250	273	11500
300	323,9	14000

### **Annexe 8: diamètres et les pressions maximales admissibles des conduites en acier**

DN (mm)	Dext (mm)	PMA (bar)
60	73,5	72
125	139,7	59
150	168,3	49
200	219,1	42
250	273	37

## Résumé

Dans notre projet de fin d'étude, nous avons établi les différentes étapes nécessaires pour l'étude du renforcement en eau potable de village Ait Zellal , commune de Souamaa à partir du piquage au niveau de la conduite transfert de barrage de Taksebt-Freha wilaya du TIZI OUZOU et de deux forages az3 et az8 situés à Thassifith Ait Khellili (dans la même commune ). Ce projet va combler un déficit de 16,7l/s. Après avoir présenté la région d'étude du projet et le diagnostic du système existant, nous avons entamé l'estimation des besoins en eau de différentes catégories d'usages à l'horizon 2050. Ensuite, nous avons dimensionné et vérifié les réservoirs et stations de reprise. Une étude technico-économique a également été réalisée pour trouver le diamètre des conduites d'adduction. Nous avons traité aussi la partie pompage, où nous avons techniquement choisi les pompes adéquates à chaque tronçon de refoulement. Ensuite, pour protéger le réseau contre les phénomènes oscillatoires, nous avons procédé à une vérification complète contre le coup de bélier. Enfin, on a consacré au dimensionnement de réseau de distribution du village on déterminant les diamètres des différents tronçons et vérifiant les paramètres vitesse et pression pour pouvoir assurer une bonne alimentation en eau potable au village.

Mots clés renforcement adduction : ouvrages de stockages : brise charge : conduite :pompe : coup de bélier

بلدية قريّة آيت تقوية مياه نهاية  
و بئر تيزي نيزي تقوية مياه لولاية تقسيم-فريحة. تيزي و بئر  
وتشخيص .  
بتحديد 2050. / ثانية. تقديم 16.7 az3 az8  
تقدير الاحتياجات المائية .  
فنية اقتصادية أنابيب الطواهر التذبذبية  
توصيل. لحماية التوصيل. القرية للتوزيع القرية وتحديد  
جيد .  
الرئيسية تقوية التقريب: هياكل التخزين:

## summary

In our end-of-study project, we established the various stages necessary for the study of the reinforcement of drinking water in the village of Ait Zellal, commune of Souamaa from the tapping at the level of the transfer pipe of the Taksebt-Freha wilaya dam. TIZI OUZOU and two boreholes az3 and az8 located in Thassifith Ait Khellili (in the same commune). This project will fill a deficit of 16.71 / s. After presenting the study region of the project and the diagnosis of the existing system, we started to estimate the water needs of the various categories of uses by 2050. Then, we sized and checked the reservoirs and stations. recovery. A technico-economic study was also carried out to find the diameter of the supply pipes. We also dealt with the pumping part, where we technically chose the appropriate pumps for each delivery section. Then, to protect the network against oscillatory phenomena, we carried out a complete check against water hammer. Finally, we devoted to the dimensioning of the distribution network of the village, determining the diameters of the various sections and checking the speed and pressure parameters to be able to ensure a good supply of drinking water to the village.

Key words adduction reinforcement: storage structures: load breaker: pipe: pump: water hammer